



Esta obra está bajo una [Licencia  
Creative Commons Atribución-  
NoComercial-Compartirigual 2.5 Perú](http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/).

Vea una copia de esta licencia en  
<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/>



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - TARAPOTO**

**FACULTAD DE ECOLOGÍA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AMBIENTAL**



**Estimación del potencial de captura de carbono de un bosque secundario  
en el sector Lago Avispa y su contribución como sumideros naturales  
frente al cambio climático, Requena – 2016**

**Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Ambiental**

**AUTOR:**

**Dalimbert David Calle Rojas**

**ASESOR:**

**Ing. M.Sc. Rubén Ruiz Valles**

**Código N° 06052916**

**Moyobamba – Perú**

**2017**

# UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN-TARAPOTO

## FACULTAD DE ECOLOGÍA

### ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL



**Estimación del potencial de captura de carbono de un bosque secundario  
en el sector Lago Avispa y su contribución como sumideros naturales  
frente al cambio climático, Requena – 2016**

**Autor:**

**Bach. Dalimbert David Calle Rojas**

**Sustentado y aprobado el día 06 de diciembre del 2017, por los siguientes jurados:**

.....  
**Ing. M.Sc. Mirtha Felicita Valverde Vera**  
Presidente

.....  
**Ing. M.Sc. Marcos Aquiles Ayala Díaz**  
Secretario

.....  
**Ing. Ángel Tuesta Casique**  
Miembro

.....  
**Ing. M.Sc. Rubén Ruiz Valles**  
Asesor

## **Declaratoria de Autenticidad**


**Dalimbert David Calle Rojas**, identificado con DNI N° 46476485, bachiller de la Facultad de Ecología, Escuela profesional de Ingeniería Ambiental de la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, con la tesis titulada: **Estimación del potencial de captura de carbono de un bosque secundario en el sector Lago Avispa y su contribución como sumideros naturales frente al cambio climático, Requena – 2016**

Declaro bajo juramento que:

1. La tesis presentada es de mi autoría.
2. He respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas. Por tanto, la tesis no ha sido plagiada ni total ni parcialmente.
3. La tesis no ha sido auto plagiado; es decir, no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados y por tanto los resultados que se presenten en la tesis se constituirán en aportes a la realidad investigada.

De considerar que el trabajo cuenta con una falta grave, como el hecho de contar con datos fraudulentos, demostrar indicios y plagio (al no citar la información con sus autores), plagio (al presentar información de otros trabajos como propios), falsificación (al presentar la información e ideas de otras personas de forma falsa), entre otros, asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a la normatividad vigente de la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto.

Tarapoto, 06 de diciembre del 2017.



---

**Dalimbert David Calle Rojas**  
DNI N° 46476485





Formato de autorización **NO EXCLUSIVA** para la publicación de trabajos de investigación, conducentes a optar grados académicos y títulos profesionales en el Repositorio Digital de Tesis.

**1. Datos del autor:**

Apellidos y nombres:	Calle Rojas Dalimbert David		
Código de alumno :	035031	Teléfono:	920227070
Correo electrónico :	calle Rojas@gmail.com	DNI:	45498679

(En caso haya más autores, llenar un formulario por autor)

**2. Datos Académicos**

Facultad de:	Ecología
Escuela Profesional de:	Ingeniería Ambiental

**3. Tipo de trabajo de investigación**

Tesis	(x)	Trabajo de investigación	( )
Trabajo de suficiencia profesional	( )		

**4. Datos del Trabajo de investigación**

Título:	Estimación del potencial de captura de carbono de un bosque secundario en el sector Lago Avispa y su contribución como sumideros naturales frente al cambio climático, Requena-2016
Año de publicación:	2017

**5. Tipo de Acceso al documento**

Acceso público *	(x)	Embargo	( )
Acceso restringido **	( )		

Si el autor elige el tipo de acceso abierto o público, otorga a la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, una licencia **No Exclusiva**, para publicar, conservar y sin modificar su contenido, pueda convertirla a cualquier formato de fichero, medio o soporte, siempre con fines de seguridad, preservación y difusión en el Repositorio de Tesis Digital. Respetando siempre los Derechos de Autor y Propiedad Intelectual de acuerdo y en el Marco de la Ley 822.

En caso que el autor elija la segunda opción, es necesario y obligatorio que indique el sustento correspondiente:


**6. Originalidad del archivo digital.**

Por el presente dejo constancia que el archivo digital que entrego a la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto, como parte del proceso conducente a obtener el título profesional o grado académico, es la versión final del trabajo de investigación sustentado y aprobado por el Jurado.

## 7. Otorgamiento de una licencia *CREATIVE COMMONS*

Para investigaciones que son de acceso abierto se les otorgó una licencia *Creative Commons*, con la finalidad de que cualquier usuario pueda acceder a la obra, bajo los términos que dicha licencia implica

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/>

El autor, por medio de este documento, autoriza a la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto, publicar su trabajo de investigación en formato digital en el Repositorio Digital de Tesis, al cual se podrá acceder, preservar y difundir de forma libre y gratuita, de manera íntegra a todo el documento.

Según el inciso 12.2, del artículo 12° del Reglamento del Registro Nacional de Trabajos de Investigación para optar grados académicos y títulos profesionales - RENATI **“Las universidades, instituciones y escuelas de educación superior tienen como obligación registrar todos los trabajos de investigación y proyectos, incluyendo los metadatos en sus repositorios institucionales precisando si son de acceso abierto o restringido, los cuales serán posteriormente recolectados por el Repositorio Digital RENATI, a través del Repositorio ALICIA”**.

  
.....  
Firma del Autor

## 8. Para ser llenado en la Oficina de Repositorio Digital de Ciencia y Tecnología de Acceso Abierto de la UNSM – T.

Fecha de recepción del documento:

05 / 4 / 2019



.....  
Firma del Responsable de Repositorio  
Digital de Ciencia y Tecnología de Acceso  
Abierto de la UNSM – T.

**\*Acceso abierto:** uso lícito que confiere un titular de derechos de propiedad intelectual a cualquier persona, para que pueda acceder de manera inmediata y gratuita a una obra, datos procesados o estadísticas de monitoreo, sin necesidad de registro, suscripción, ni pago, estando autorizada a leerla, descargarla, reproducirla, distribuirla, imprimirla, buscarla y enlazar textos completos (Reglamento de la Ley No 30035).

**\*\* Acceso restringido:** el documento no se visualizará en el Repositorio.

## **Dedicatoria**

A Dios por permitirme triunfar ante todas las adversidades y por ser mi amigo fiel en todo tiempo.

A mis padres por ayudarme a cumplir una de mis metas en esta vida y ser los entes motores en mis estudios.

A mi hijo quien es mi mayor motivación para salir adelante y proyectarme a desarrollarme cada día con más fuerza.

## **Agradecimiento**

A mi familia por el enorme apoyo que me brinda para poder salir adelante, a pesar de los grandes tropiezos existentes en la vida, al Ing. Rubén Ruiz Valles, por el apoyo que me brinda para poder desarrollar este proyecto personal, y brindarme su asesoramiento en esta etapa de mi carrera profesional. A la familia Lauri Hidalgo, por el apoyo que me brindo sin medida alguna para poder encaminar esta meta trazada y así poder cumplir esta etapa de mi profesión



# Índice

	Pág.
Dedicatoria.....	vi
Agradecimiento.....	vii
Resumen.. ..	xii
Abstract. ....	xiii
Introducción.....	1
CAPÍTULO I .....	3
REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	3
1.1. Antecedentes de la investigación.....	3
1.2. Bases teóricas. ....	4
1.3. Definición de términos. ....	20
CAPÍTULO II .....	23
MATERIALES Y MÉTODOS.....	23
2.1. Materiales. ....	23
2.2. Métodos. ....	23
2.2.1. Tipo y nivel de investigación.....	23
2.2.2. Diseño de investigación.....	24
2.2.3. Población y muestra.....	24
2.2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos. ....	25
2.2.5. Técnicas de procesamiento y análisis de datos. ....	28
CAPÍTULO III.....	29
RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	29
3.1. Resultados.....	29

3.1.1. Captura de carbono del bosque secundario en el sector Lago Avispa, para estimar su potencial como sumidero. . . . .	29
3.1.2. Comparación productiva del potencial de carbono almacenado del bosque secundario en el sector avispa. . . . .	47
3.1.3. Contribución como sumidero frente al cambio climático como bosque secundario en la captura de carbono. . . . .	52
3.2. Discusiones. . . . .	53
CONCLUSIONES . . . . .	55
RECOMENDACIONES . . . . .	56
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS . . . . .	57
ANEXOS.. . . .	62
Anexo 01: Panel fotográfico . . . . .	63
Anexo 02: Macro localización del proyecto . . . . .	66
Anexo 03: Tabla original de valores totales de las especies en pie. . . . .	67
Anexo 04: Datos estadísticos ANVA . . . . .	74

## Índice de tablas

	Pág.
Tabla 1. Especies encontradas en la parcela demostrativa 01 .....	29
Tabla 2. Especies repetidas en la parcela 01.....	32
Tabla 3. Especies encontradas en la parcela demostrativa 02 .....	34
Tabla 4. Especies repetidas en la parcela 02.....	36
Tabla 5. Especies encontradas en la parcela demostrativa 03 .....	38
Tabla 6. Especies repetidas en la parcela 03.....	39
Tabla 7. Especies encontradas en la parcela demostrativa 04 .....	41
Tabla 8 Especies repetidas en la parcela 04.....	43
Tabla 9 Cantidad de hojarasca encontrada por parcela y fecha muestreada.....	45
Tabla 10 Promedio de especies encontradas en las parcelas demostrativas .....	47
Tabla 11 Continuación de la tabla 9, humedad, biomasa de la hojarasca, toneladas de carbono, toneladas de carbono por hectárea.....	50
Tabla 12 Promedio de los valores de la biomasa muerta.....	51
Tabla 13. Comparación productiva de captura de carbono .....	52
Tabla 14 Análisis de varianza.....	52
Tabla 15 Análisis de varianza de dos factores con una sola muestra por grupo. ....	52

## Índice de figuras

Pág.

Figura 1. Diagrama simplificado de los flujos y almacenes de carbono en un ecosistema forestal. Fuente: (Ordóñez, 1999).....	7
Figura 2. Ciclo del carbono. Fuente: (Ordóñez, 1999) .....	11
Figura 3. Efecto invernadero. ....	13
Figura 4. Diseño de la parcela de evaluación. Fuente: (Carrasco, 2009) .....	26
Figura 5. Diseño de la sub parcela de muestreo. Fuente: (Carrasco, 2009) .....	26
Figura 6. Dispersión entre los distintos arboles muestreados de la parcela 01.....	33
Figura 7. Dispersión entre los distintos árboles muestreados de la parcela 02.....	37
Figura 8. Dispersión entre los distintos arboles muestreados de la parcela 03.....	40
Figura 9. Dispersión entre los distintos arboles muestreados de la parcela 04.....	44
Figura 10. Diferencia de biomasa por parcela. ....	46
Figura 11. Dispersión en el área de las parcelas demostrativas.....	49
Figura 12. Biomasa.....	51

## Resumen

Este estudio contempla la cuantificación de la biomasa y carbono capturado por los bosques en el sector lago avispa. El IPCC, (1995); Lashof y Ahuja, (1990); Mintzer, (1992) y Dixon y col. (1994), citan que, el panorama actual del incremento de CO<sub>2</sub> atmosférico y la tendencia a que pueda aumentar más la tasa de emisión neta es desalentador. Sin embargo, afortunadamente es posible reducir dichas emisiones a la atmósfera por medio del ciclo biológico conocido como el ciclo del carbono. Estimar con precisión la dinámica de los flujos netos de carbono entre los bosques y la atmósfera (es decir, el balance emisión-captura) es uno de los problemas abiertos más importantes en la discusión sobre cambio climático, al identificar la problemática que se desato en el mundo por el incremento del CO<sub>2</sub>, me motivo para desarrollar el presente proyecto cuyo planteamiento del problema se sintetiza en la siguiente interrogante: ¿De qué manera la estimación del potencial de captura de carbono de un bosque secundario en el sector Lago Avispa, permitirá contribuir como sumideros naturales frente al cambio climático?. Como objetivo se planteó estimar el potencial de Captura de Carbono de un bosque secundario, y así también su contribución como sumideros naturales frente al cambio climático, en la localidad de Requena. Se identificó en el área de estudio y se establecieron 4 parcelas de 25x100m, luego se levantó la información en donde se encontró 76 especies de plantas, se calculó la biomasa de las especies encontradas por parcela y área de estudio (1 ha), y se estimó la cantidad de carbono capturado. En la comparación productiva, se observó que la hojarasca capturo 12383.99 Tn C ha-1, dando como resultado mayor cantidad de carbono almacenado que la biomasa viva (7.976 Tn C ha-1) existiendo una deferencia de 12376.004 Tn C ha-1. La cantidad de carbono almacenado en un bosque secundario (1 ha), en el sector Lago Avispa, según el estudio realizado a 251 árboles, brindan una contribución eficaz como sumidero de carbono, y contribuye amortiguando los efectos del cambio climático. Es importante volver a realizar un nuevo estudio de en donde podremos comparar los resultados en el tiempo y así validar los resultados obtenidos en esta investigación desarrollada.

Palabras Clave: sumidero, bosque secundario, Lago Avispa, captura de carbono, sumideros naturales.



## Abstract

This study contemplates the quantification of the biomass and carbon captured by the forests in the lake wasp sector. The IPCC, (1995); Lashof and Ahuja, (1990); Mintzer, (1992) and Dixon et al. (1994), they cite that, the current panorama of the increase of atmospheric CO<sub>2</sub> and the tendency to that can increase more the rate of net emission is discouraging. However, fortunately it is possible to reduce these emissions to the atmosphere through the biological cycle known as the carbon cycle. Accurately estimating the dynamics of net carbon fluxes between forests and the atmosphere (that is, the emission-capture balance) is one of the most important open problems in the discussion on climate change, by identifying the problems that were unleashed in the world for the increase of CO<sub>2</sub>, I am motivated to develop the following project whose approach to the problem is synthesized in the following question: How can the estimate of the carbon capture potential of a secondary forest in the Wasp Lake sector allow to contribute as natural sinks in the face of climate change ?. The objective was to estimate the potential of Carbon Capture of a secondary forest, and also its contribution as natural sinks against climate change, in the town of Requena. It was identified in the study area and 4 plots of 25x100m were established, then the information was found where 76 plant species were found, the biomass of the species found by plot and study area (1 ha) was calculated, and estimated the amount of carbon captured. In the productive comparison, it was observed that litter captured 12383.99 Tn C ha<sup>-1</sup>, resulting in a greater amount of stored carbon than living biomass (7,976 Tn C ha<sup>-1</sup>), with a difference of 12376,004 Tn C ha<sup>-1</sup>. The amount of carbon stored in a secondary forest (1 ha), in the Wasp Lake sector, according to the study carried out on 251 trees, provides an effective contribution as a carbon sink, and contributes by cushioning the effects of climate change. It is important to carry out a new study where we can compare the results over time and validate the results obtained in this research.

**Keywords:** sump, secondary forest, Wasp Lake, carbon capture, natural sink.



## **Introducción**

Actualmente las emisiones de gases de efecto invernadero, generan un cambio en el clima, esto se debe al aumento de temperatura en nuestro planeta, y en vista a esto, se tomó como prioridad reducir las emisiones de estos gases, tomando medidas y acuerdos que permitan controlar estas emisiones, entre las más importantes el acuerdo o firma del protocolo de Kioto.

Si bien en el Perú se viene realizando distintos estudios en almacenamiento y captura de carbono mediante manejos de ecosistemas y recuperación de áreas degradadas (Alegría R. Diana 2012; Villacis del C. Susana 2010; Arevalo, I.; Alegre, J.; Ríos E.; Callo-Concha, 2002; Finegan, B. 1997), en el departamento de Loreto la información es muy escasa, sin mencionar que en la provincia de Requena es nula referente a este tipo de trabajos de investigación.

El sector Lago Avispa, se encuentra ubicado en el Distrito de Requena, un lugar donde se puede observar, una gran potencialidad de los bosques existente en esta zona, para el almacenamiento y captura de carbono por la rápida recuperación de sus espacios degradados, se formuló y se planteó de manera cuantitativa el siguiente proyecto de investigación, el cual permitió realizar la siguiente interrogante ¿De qué manera, la estimación del potencial de captura de carbono de un bosque secundario en el sector Lago Avispa, contribuirá como sumideros naturales frente al cambio climático, Requena - 2016?.

Se determinó el objetivo principal de la investigación: Estimar el potencial de captura de carbono de un bosque secundario en el sector Lago Avispa y su contribución como sumideros naturales frente al cambio climático, Requena – 2016. Para alcanzar el objetivo general se plantearon tres objetivos específicos para solucionar el problema identificado y así obtener resultados más concretos: Identificar y evaluar la captura de carbono del bosque secundario en el sector Lago Avispa para estimar su potencial como sumideros naturales; determinar la comparación productiva del potencial de captura de carbono del bosque secundario en el sector Lago Avispa y evaluar la contribución como sumideros naturales frente al cambio climático en un bosque secundario por la captura de carbono atmosférico.

El trabajo de investigación realizado en el sector Lago Avispa de la provincia de Requena permitió conocer la importancia de estos bosques ya que a pesar de haber sido afectados por la actividad maderera logran amortiguar el actual panorama que produce el cambio climático en nuestro planeta, el cual no es nada alentador por los distintos fenómenos que vienen desencadenando.

El trabajo de investigación se realizó en una hectárea de bosque secundario, el cual se subdividió en 4 espacios de 25m x100m en donde se encontró 76 especies de árboles.

Las variables de estudio fueron: variable independiente (X) el cambio climático y la variable dependiente (Y) la captura de carbono. La hipótesis alternativa fue: como la estimación del potencial de captura de carbono del bosque secundario en el sector Lago Avispa si contribuye significativamente como sumidero de carbono frente al cambio climático, Requena - 2016, la hipótesis nula fue: como la estimación del potencial de captura de carbono del bosque secundario en el sector Lago Avispa no contribuye significativamente como sumidero natural frente al cambio climático, Requena – 2016 y finalmente la hipótesis a demostrar fue: la estimación del potencial de captura de carbono del bosque secundario en el sector Lago Avispa si contribuye significativamente como sumidero natural frente al cambio climático, Requena – 2016.

Se determinó que la captura de carbono por los bosques secundarios en el sector Lago Avispa ofrece muchos beneficios y ayuda mejorar la calidad del ambiente, y prevenir los efectos que viene generando el cambio climático y fortaleciendo la biodiversidad.

Este trabajo de investigación está estructurado en tres capítulos, cada uno de los cuales está enfocado en los siguientes aspectos:

Capítulo I: Revisión bibliográfica, contiene los antecedentes, marco teórico y definición de términos.

Capítulo II: Material y métodos, contiene tipo de investigación, diseño de investigación, población y muestra, técnica de recolección y procesamiento de datos.

Capítulo III: Resultados y discusiones, contiene los resultados de los objetivos y las discusiones con respecto a otros trabajos de investigación.

# CAPÍTULO I

## REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

### 1.1. Antecedentes de la investigación

Los bosques producen servicios ambientales como el mantenimiento de las fuentes de agua, el hábitat de la diversidad biológica, la regulación del clima y el secuestro de carbono. Más aún, sirven como sitios turísticos y de recreación y son también importantes para las actividades socio cultural y religioso de algunos habitantes.

- Alegre (1998). En su investigación “Reservas de carbono con diferentes sistemas de uso de la tierra en dos sitios de la Amazonia peruana” concluye que, se demanda ahora explorar la factibilidad de los sistemas agroforestales para secuestrar carbono, en un marco amplio, transdisciplinario y de compromiso colectivo. La entrada en vigencia del protocolo de Kyoto y su mecanismo de desarrollo limpio, abren la perspectiva para los productores forestales de captar beneficios financieros provenientes de los servicios de fijación de carbono que ofrecen sus actividades. Esto se hace posible gracias a que los proyectos forestales que apliquen exitosamente al MLD podrán generar certificados de reducción de emisiones que podrán ser comercializados. La investigación realizada genera una perspectiva laborar dentro de la provincia de Requena, así mismo, es necesario realizar más estudios que permitirán en el futuro una certificación en proyectos de captura de gases de efecto invernadero, y así acceder a los mercados internacionales de carbono, tanto del mecanismo de desarrollo limpio (MDL) adoptado por el protocolo de Kioto, como de los mercados voluntarios de carbono. De acuerdo con a lo anterior, los mercados voluntarios de carbono resultan ser más acordes con proyectos de pequeña y mediana escala, mientras que el mecanismo de desarrollo limpio favorece en mayor medida aquellos proyectos de mediana y gran escala.
- Fonseca, Federico, Montero, Toruño y Lebanc (2008), en su trabajo de investigación “Acumulacion de biomasa y carbono en bosques secundarios y pplantaciones forestales *Vochisya guatemalensis* e *Hieronyma alcherneoides* en el Caribe, Costa Rica”. Concluyen que, se realizó estudios en bosques secundarios

de 5, 8, y 18 años, en donde mencionan que la biomasa arriba del suelo contiene entre 11 y 17 % del carbono total estudiado, y que el suelo fue el principal depósito de carbono, ya que almaceno del 76 al 86 % del carbono total.

- Petteri (2003), en su investigación “Costo de la captura de carbono en plantaciones de Eucalipto en el trópico”. Concluye que, para evaluar la importancia financiera de bonos de carbono, es necesario conocer la captura neta del carbono y asignarle un precio unitario. Este último es problemático, debido a que por el momento no existe un verdadero mercado de bonos carbono y el impacto financiero del secuestro del carbono depende principalmente del precio del carbono y la productividad de las plantaciones. El costo del carbono secuestrado disminuye de forma logarítmica en función de la edad.
- Torres, Mena y Álvarez (2017), en su investigación “Carbono aéreo almacenado en tres bosques del Jardín Botánico del Pacífico”. Concluyen que, en el estudio realizado a distintos bosques tropicales en Colombia, son considerados como importantes depósitos de carbono, cuya permanencia en el ecosistema depende en gran medida que no se manifiesten fenómenos naturales o antropogénicos que afecten o alteren este equilibrio, por lo que hace necesario emprender estrategias para su conservación y manejo.
- Callo-Concha; Krishnamurthy y Alegre. (2000), en sus investigación “Secuestro de carbono por sistemas agroforestales amazónicos”. Concluyen que, se realizó, durante el segundo semestre la evaluación de carbono secuestrado seis tratamientos de sistemas agroforestales y/o sistemas de usos de tierras

## **1.2.Bases teóricas**

### **1.2.1.Importancia del suelo – vegetación**

Los suelos sanos son muy importantes para garantizar el crecimiento continuo de la vegetación natural u ordenada que nos proporciona fibras, combustibles, productos medicinales y otros servicios ecosistémicos, como la regulación del clima y la producción de oxígeno. Los suelos y la vegetación mantienen relaciones recíprocas. Un suelo fértil favorece el crecimiento de las plantas al



proporcionarles nutrientes y servirles de tanque de retención de agua y de sustrato para sus raíces. Por su parte, la vegetación, la cubierta arbórea y los bosques previenen la degradación y desertificación de los suelos al estabilizar el suelo, mantener el ciclo del agua y los nutrientes, y reducir la erosión hídrica y eólica. (FAO, 2015)

Las plantas obtienen los nutrientes minerales esenciales del suelo (nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio, azufre, hierro, cobre, manganeso, cinc, molibdeno, boro, cloro y sodio) del suelo. Estos pasan a formar parte de la biomasa vegetal y vuelven al suelo en el detritus que se origina en la caída de hojas, ramas, frutos, excretas animales y cadáveres. (Robert, 2002)

La biomasa vegetal del bosque es muy grande, comparada con las de otras formaciones vegetales y la producción de mantillo, por lo tanto, es también grande. Con él se aportan muchos nutrientes que quedan en el humus, son rápidamente mineralizados y reingresan a las plantas con celeridad. (Robert, 2002)

### **1.2.2. Fijación de carbono por los bosques**

La investigación en cambio climático y uso de la tierra en los trópicos, se ha enfocado mayormente en el análisis de los impactos de la deforestación y los efectos del uso de la tierra en las emisiones de gases de efecto invernadero y de C. Sin embargo, se han hecho algunos estudios para tratar de cuantificar el potencial del uso sostenible de la tierra para secuestrar y acumular C en los ecosistemas tropicales. (FAO, 2015)

La estimación adecuada de la biomasa de un bosque, es un elemento de gran importancia debido a que esta permite determinar los montos de carbono u otros elementos químicos existentes en cada uno de sus componentes, y representa la cantidad potencial de carbono que puede ser liberado a la atmósfera, o conservado y fijado en una determinada superficie cuando los bosques son manejados para alcanzar los compromisos de mitigación de gases de efecto invernadero. (Brown, 1997)

Los bosques secundarios corresponden al 35% del total de los bosques tropicales del mundo. Se considera que existen alrededor de 850 millones de hectáreas de bosques secundarios en el mundo, de los cuales, 335 millones de hectáreas se ubican en América (FAO, 2005). Los bosques secundarios de las zonas tropicales se originan en su mayoría por la tala de bosques primarios y el abandono de pasturas (Wadsworth, 2000).

Montoya y Tipper (1995), según su investigación, afirma que, a través de la fotosíntesis, la vegetación asimila CO<sub>2</sub> atmosférico, forma carbohidratos y gana volumen. Los bosques del mundo capturan y conservan más carbono que cualquier otro ecosistema terrestre y participan con el 90% del flujo anual de carbono de la atmósfera y de la superficie de la tierra.

Con el manejo forestal es posible compensar las crecientes emisiones de CO<sub>2</sub> en dos formas.

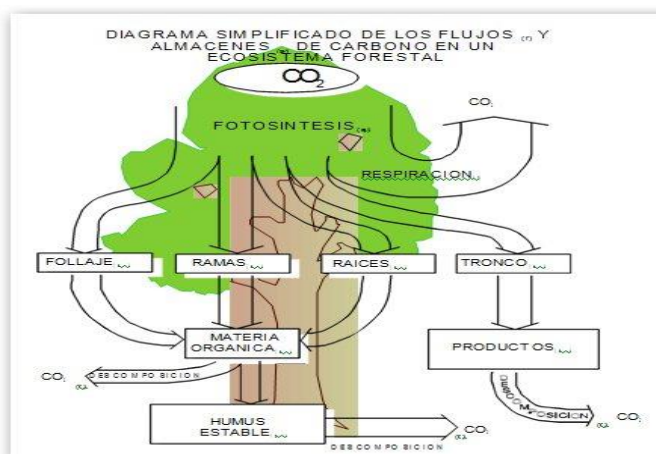
**a) Creando nuevos reservorios de bióxido de carbono.** Restaurando las áreas degradadas por medio de plantaciones y/o regeneración natural, y por la extracción de madera. En ambos casos se pretende almacenar el carbono a través del crecimiento de árboles y, al extraer la madera, convertirla en productos durables. El carbono acumulado se mantendrá durante la vida útil del producto. Al extraer la madera, la regeneración actuará almacenando carbono por el crecimiento. Los sistemas forestales y agroforestales pueden capturar en sus diferentes almacenes de 80 a 350 toneladas de carbono por hectárea. (Montoya y Tipper, 1995) y (Ordoñez, 1999)

**b) Protección de bosques y suelos.** Con la destrucción del bosque se pueden liberar a la atmósfera de 50 a 400 toneladas de carbono por hectárea. Mencionan que “...Mientras la protección de un área forestal puede inducir a la presión de otra, el manejo integrado de recursos enriquecido con esquemas de evaluación de proyectos es requeridos para validar dicha protección... “No obstante, los aspectos técnicos pierden su efectividad si no participa la población, es decir, tanto los dueños de los recursos como los que consumen los productos derivados del bosque. (Montoya, 1995) & (Ordoñez, 1999)

### 1.2.3. Flujos y almacenes de carbono en ecosistemas forestales

IPCC, (1996), cita que el panorama actual del incremento de CO<sub>2</sub> atmosférico y la tendencia a que pueda aumentar más la tasa de emisión neta es desalentador. Sin embargo, afortunadamente es posible reducir dichas emisiones a la atmósfera por medio del ciclo biológico conocido como el ciclo del carbono. Estimar con precisión la dinámica de los flujos netos de carbono entre los bosques y la atmósfera (es decir, el balance emisión-captura) es uno de los problemas abiertos más importantes en la discusión sobre cambio climático.

García-Oliva. & Maass. (1998). Describen en su investigación que, esto es resultado, del complejo ciclo biogeoquímico del carbono en los ecosistemas forestales En efecto los flujos y almacenes de carbono en un ecosistema forestal, donde el follaje, las ramas, las raíces, el tronco, los desechos, los productos y el humus estable son almacenes de carbono, figura (1) mismos que se reincorporarán al ciclo por descomposición y/o quema de la biomasa forestal.



**Figura 1.** Diagrama simplificado de los flujos y almacenes de carbono en un ecosistema forestal. (Fuente: Ordóñez, 1999).

### 1.2.4. La valoración de los recursos naturales

Olguín, (2001). Afirma como resultados de sus estudios, que los elementos naturales que conforman a un ecosistema (recursos bióticos y abióticos), así como las interacciones que ocurren entre estos procesos ecológicos, constituyen

un factor determinante en la formación y establecimiento de cualquier sociedad humana. Cada grupo cultural aprovecha de manera directa como indirecta la gama de funciones ecológicas presentes en su entorno natural.

Olguín, (2001). Cita que, lo que no sólo garantiza su bienestar inmediato, si no que promueve en ellos la creación de una serie de valores al respecto. Describe que, La valoración de la naturaleza implica la resolución de temas filosóficos fundamentales respecto al establecimiento de un contexto socio- cultural, la definición de objetivos y de sus preferencias (Olguín, 2001).

Olguín, (2001). Menciona que, de esta manera, la caracterización de la biodiversidad y otros servicios en el ambiente no constituye únicamente una propiedad de los sistemas biológicos, sino también de los culturales. Uno de los factores más importantes del deterioro ambiental y pérdida de la biodiversidad actual, ha sido el valor que las sociedades les han asignado a los recursos naturales en términos de su utilidad económica (Olguín, 2001).

Olguín, (2001), indica que, de hecho, con la industrialización de las sociedades se consolidó un sistema económico en donde la valoración de los recursos naturales fue subordinada a la producción y consumo masivo de éstos. Así mismo describe que, los elementos que han dominado esta visión destacan:

- a) El creer que los recursos naturales son ilimitados. Se refiere a la visión judeocristiana en donde el hombre se considera “amo de la naturaleza”, atribuyo esta creencia como base del pensamiento de la economía capitalista (Olguín, 2001).
- b) El perseguir la eficiencia económica sin importar los costos sociales. Este aspecto se relaciona con la eficiencia económica de un proceso de producción. Es decir, se refiere únicamente a los beneficios netos maximizados generados de este proceso, sin distinguir qué personas acumulan los beneficios y por ende no importa la equidad social. (Olguín, 2001)
- c) El seguir un sistema económico con fallas de mercado. Se refiere a que los costos sociales y ambientales derivados de los procesos de producción no son reflejados en las transacciones monetarias o de mercado. Un ejemplo es la

calidad ambiental, que por considerarse un bien público y no tener un lugar definido en el mercado, se emplea y degrada sin que por ello exista alguna compensación. (Olguín, 2001)

### **1.2.5. Bienes y servicios ambientales**

Montoya, & Tipper, (1995). Según sus investigaciones, indican que desde la celebración de la “Cumbre de la Tierra” en Río de Janeiro (1992), se enfatizó que a fin de alcanzar la conservación y manejo sostenible de los recursos naturales es necesario generar estructuras internalicen los costos y beneficios de los sistemas de mercado, en este sentido varios autores han coincidido en incorporar una perspectiva integral económico-ecológica, basada principalmente en los bienes y servicios ambientales (BSA). El reconocimiento de los BSA, además de establecer un valor económico a los beneficios que la naturaleza brinda de forma gratuita, alerta a las sociedades sobre pérdidas de elementos y funciones ecológicas que son sustento de la actividad económica de su propio bienestar (Olguín, 2001)

Olguín, (2001). Describe que, los BSA son diferentes entre sí, mientras los bienes ambientales son producto de las funciones ecológicas (e. g, alimentos y agua), los servicios son atributos de estas; por ejemplo, ciclaje de nutrientes, formación y retención del suelo, flujo y almacenamiento del agua.

Olguín, (2001), afirman que, sin embargo ambos dependen de la estructura y diversidad presente en cada ecosistema.

Olguín, (2001), afirma que, por lo que la cantidad y calidad de los BSA se pone en peligro al deteriorarse los procesos u otros elementos de base que mantienen las condiciones óptimas de los ecosistemas.

### **1.2.6. Valor económico total**

Dependiendo de sí los BSA, son consumidos directamente, de su importancia en el sostenimiento de la vida y de su capacidad para proveer valores éticos y culturales, se han agrupado en 4 clases: valor de uso directo, valor de uso indirecto, valor de opción y valor de existencia Esta clasificación se conoce dentro de la economía ambiental como Valor Económico Total. (Olguín, 2001)



### **1.2.7. Emisión de carbono y su problemática**

#### **a. Dióxido de carbono**

El dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), es uno de los gases más abundantes en la atmósfera y juega un papel importante en los procesos vitales de plantas, animales y, en definitiva del ser humano, como en la fotosíntesis, la respiración o en diversas actividades internas del cuerpo humano. El  $\text{CO}_2$ , en cantidades adecuadas, es uno de los gases de efecto invernadero que contribuye a que la Tierra tenga una temperatura habitable. Y es que sin el  $\text{CO}_2$ , la Tierra sería un bloque de hielo.

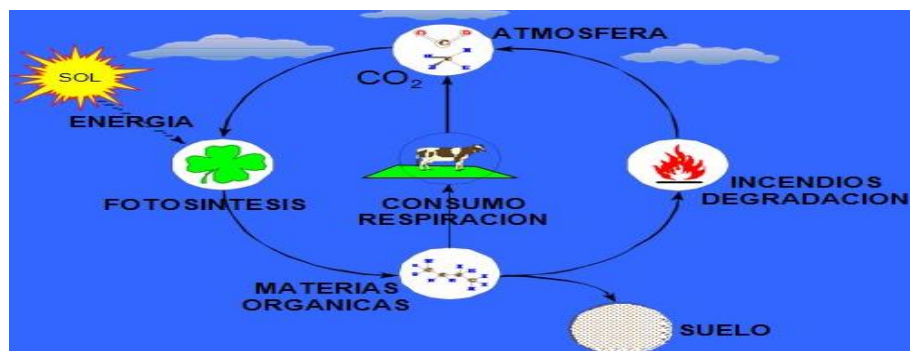
El  $\text{CO}_2$ , a temperatura ambiente, es un gas incoloro e inodoro, ligeramente ácido y no inflamable. Cuando alcanza los  $-78^\circ \text{C}$  se vuelve sólido y se hace líquido cuando se disuelve en agua, aunque si la presión desciende escapará al aire, produciendo una masa de burbujas. Sin embargo, un exceso de  $\text{CO}_2$  provoca una subida de la temperatura, dando lugar al calentamiento global, del que se sospecha que puede provocar un aumento de la actividad de las tormentas o el derretimiento de las placas de hielo de los polos, lo que provocará diversos problemas ambientales, como inundaciones en los continentes habitados. Con los datos obtenidos, los científicos han detectado que los niveles de  $\text{CO}_2$  en la atmósfera son los mayores desde que se tiene constancia, produciéndose un aumento sustancial y acelerado durante los últimos 160 años, es decir, desde el inicio de la revolución industrial. (Brown, 1996).

#### **b. El ciclo del carbono.**

Este ciclo gira especialmente alrededor del dióxido de carbono, ya que constituye la especie química predominante en la atmósfera. El ciclo funciona básicamente a través de la fotosíntesis, la respiración, las emisiones por quema de combustibles fósiles y fenómenos naturales como las erupciones volcánicas, en la figura 1, se muestra su representación. A sí mismo afirma que, el ciclo del carbono es el responsable de la cantidad de  $\text{CO}_2$  contenido en la atmósfera, ya que es el mecanismo que equilibra las cantidades de carbono presentes en los diferentes reservorios o almacenes

de carbono en el planeta. Como consecuencia se establece todo un balance de carbono a través de procesos fijadores/almacenadores de carbono y otros que a su vez lo emiten. (Ordóñez, 1996)

García-Oliva & J. M. Maass. (1998), afirman que, en los ecosistemas terrestres, la vía más importante del flujo de carbono atmosférico a la vegetación y el suelo es biológica, por medio de la fotosíntesis y la descomposición, respectivamente. Este flujo involucra muchos procesos interactuantes, los cuales mantienen el equilibrio dinámico del intercambio de gases atmósfera planta suelo. Como se mencionó anteriormente, la deforestación puede afectar este equilibrio dinámico de intercambio de gases, por lo que es muy importante conocer cuáles son los mecanismos que lo controlan.



**Figura 2.** Ciclo del carbono. (Fuente: Ordóñez, 1999).

García-Oliva & Maass. (1998). mencionan que, la incorporación del C al ciclo biológico se da por medio de la fotosíntesis que produce energía bioquímica para los procesos fisiológicos y de formación de materia biológica (biomasa) a partir del  $\text{CO}_2$ , energías radiantes y nutrientes. El  $\text{CO}_2$  es tomado directamente de la atmósfera y su asimilación por la planta es conocida como fotosíntesis gruesa. Pero no todo el  $\text{CO}_2$  asimilado es transformado a biomasa, sino que una parte es regresada a la atmósfera por medio de la respiración que se lleva a cabo durante los procesos fisiológicos.

Castellanos, (1991), afirman que el carbono fijado por las plantas se transforma en moléculas móviles, que se asignan a las diferentes estructuras

de la planta para satisfacer sus demandas fisiológicas y estructurales. Esta asignación determina las rutas por las cuales se dará posteriormente el flujo de C al suelo. Cada especie de planta asignará más o menos C para producir biomasa en la parte aérea o en la parte subterránea. Por ejemplo, la biomasa subterránea en la selva estacional representa entre 40 y 50 % de la biomasa total, mientras que, en el bosque templado y la selva húmeda, la biomasa subterránea representa menos del 15%.

García-Oliva & Maass. 1998. describen que, la incorporación de C al suelo en los ecosistemas naturales se da por dos vías principales: por el mantillo (capa superficial de materia vegetal) y por la biomasa radicular. La velocidad de la descomposición de este material depende de las poblaciones microbianas del suelo y de las características del material vegetal.

García-Oliva & Maass, (1998). Narran que, cuando el material llega al suelo, primero van a ser descompuestas las formas más sencillas (e.g., carbohidratos) aumentando la actividad microbiana y posteriormente serán degradados los compuestos más complejos con una menor velocidad y actividad microbiana. Esto sugiere que la entrada de C nuevo al mantillo y al suelo es muy importante para mantener activas a las poblaciones microbianas. Esta incorporación de C nuevo es por medio de la vegetación, por lo que la producción y la fenología son otros mecanismos que controlan el flujo de C atmósfera - planta – suelo.

### **c. El efecto invernadero**

Salati (1990), determina que, nuestro planeta está rodeado por una delgada capa de gases denominada atmósfera. Esta atmósfera, se compone actualmente por nitrógeno (78.3%), oxígeno (21.0%), argón (0.3%), dióxido de carbono (0.03%) y otros gases en cantidades menores como helio, neón, xenón. Además de estos gases, la atmósfera contiene aerosoles (partículas) en cantidades variables dependiendo de su origen y concentración, y vapor de agua en concentraciones fluctuantes. Este último es responsable de gran parte de los fenómenos meteorológicos.

El efecto invernadero se debe a que ciertos gases en la atmósfera permiten que la mayor parte de la radiación solar incidente penetre hasta la superficie del planeta, mientras que absorben y reemiten parte de la radiación infrarroja que el planeta emite de regreso al espacio exterior.

Cuanto mayor es la concentración de los gases de invernadero, menor es la cantidad de radiación infrarroja que el planeta emite libremente al espacio exterior. De esta manera, al aumentar la concentración de gases de invernadero, se incrementa la cantidad de calor atrapado en la atmósfera, dando origen a que se eleve la temperatura superficial del planeta.

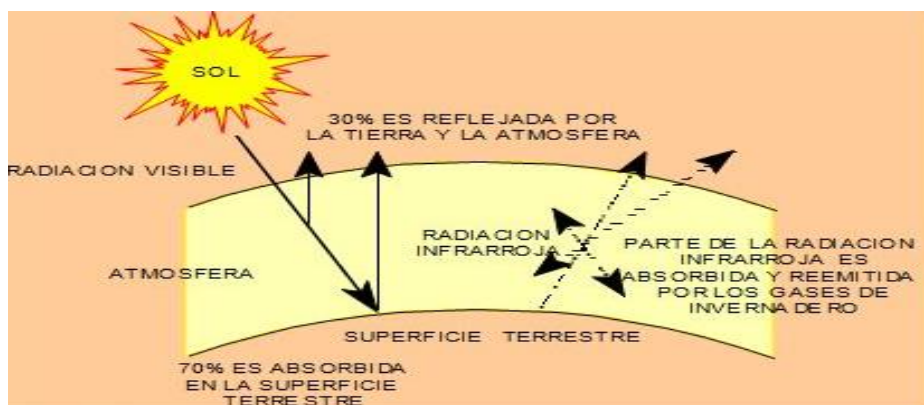


Figura 3. Efecto invernadero.

#### d. Causa y consecuencias del cambio climático

El cambio climático global o calentamiento global, es un proceso de origen antrópico, que resulta de la aceleración del efecto invernadero natural de la tierra. La importancia de este proceso radica en las consecuencias catastróficas que está generando en todo el mundo como el derretimiento de los polos, incremento del nivel de mar, sequías, huracanes, tormentas, desplazamiento de áreas agrícolas, migración de enfermedades, extinción de especies, entre otras. (FAO, 2002)

El efecto invernadero, es un fenómeno natural que ha permitido mantener la temperatura de la tierra a niveles constantes y apropiados. Este fenómeno ocurre, cuando la radiación solar visible penetra hasta la superficie de la tierra y la calienta, y ésta a su vez emite radiación térmica, parte de la cual

es retenida por los denominados Gases de Efecto Invernadero (GEI) entre los que se destacan: el dióxido de Carbono, el metano, los clorofluocarbonos y el óxido nitroso. Cuando el sistema climático se encuentra equilibrado, la radiación solar absorbida está en armonía con la radiación emitida al espacio por la tierra, pero cuando la concentración de GEI en la atmósfera aumenta, este equilibrio se rompe y se provoca un aumento artificial en la temperatura media global del planeta. Se estima que el GEI que más influye en el calentamiento climático mundial, es el dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>) y que la mayor parte del incremento en las concentraciones atmosféricas de este gas, provienen del uso de combustibles fósiles, mientras que el 20-25% proviene de la extensión de la frontera agrícola, la explotación comercial de bosques y el incremento de la oxidación de la materia orgánica en los suelos. (Erickson, 1992)

Entre los países desarrollados que contribuyen en mayor parte con la emisión de los gases de efecto invernadero, se encuentran Estados Unidos (EE.UU.) con un 33% del total mundial y Rusia con un 17.4%. También se encuentran países como Brasil, China, India, Japón, Alemania, Reino Unido, Indonesia y Francia. (Ciesla, 1996)

Según el tercer informe del grupo I del panel intergubernamental sobre cambio climático (IPCC por sus siglas en ingles), desde finales del siglo XIX la temperatura media de la superficie terrestre ha aumentado 0.6°C y las temperaturas mínimas tienden a duplicarse por década en comparación con las máximas (0.2°C y 0.1°C, respectivamente). La superficie de los hielos en el hemisferio norte desde finales de los 60s, se ha reducido entre un 10-15%, así como también se ha observado un aumento ligero (uno a dos centímetros por década) del nivel del mar a lo largo del siglo XX.

De acuerdo con Castro. 2002. El protocolo de Kyoto (PK) es el instrumento legal a través del cual se regulan límites y reducciones de emisiones de GEI mandatorias y vinculantes a los países industrializados con obligaciones ante la convención marco de las Naciones Unidas sobre el cambio climático (UNFCCC por sus siglas en inglés). Los países industrializados se

comprometieron en Kioto a reducir sus emisiones de GEI en al menos un 5.2% con respecto al nivel de emisiones de 1990 y a evaluar resultados durante el período 2008-2012. En el PK también se establecieron los mecanismos que facilitarían el cumplimiento de las reducciones de emisiones de GEI en los países industrializados de un modo costo-efectivo. Estos mecanismos son:

- **Comercio de emisiones (CE):** Este mecanismo permite la transferencia de reducciones de Carbono “no usadas”, entre países industrializados que tengan sus derechos de emisión por debajo de los límites permitidos, con aquellos que han excedido sus niveles en un período de cumplimiento dado. Las unidades de venta se denominan Assigned Amount Units. (AAU’s por sus siglas en inglés), (IPCC, 1996)
- **Implementación conjunta (IC):** Como su nombre lo indica, este mecanismo permite la reducción de emisiones de Carbono de manera conjunta entre los países del anexo I. En este caso, se acreditan unidades de reducción de emisiones a favor del o los países que financian proyectos de mitigación de cambio climático. Las unidades de venta se denominan Emission Reduction Units (ERU’s por sus siglas en inglés), (Eguren, 2004). Un país desarrollado que para el 2012 tenga emisiones que superen los límites previstos por el Protocolo, puede asociarse con otro país desarrollado que para ese período cuente con emisiones por debajo de los límites para él establecidos, siempre y cuando en conjunto, no superen los niveles sumados de ambos. (PNUMA, 2000)
- **Mecanismo de desarrollo limpio (MDL):** Es uno de tres mecanismos de mercado que permite que proyectos encaminados a fijar, reducir o evitar emisiones de gases de efecto invernadero en países en desarrollo, obtengan beneficios económicos adicionales a través de la venta de certificados de emisiones reducidas (CER’s). Este es el único de los tres mecanismos al que pueden acceder estos países, entre ellos, los de América Latina. (Ortis, 2006)

Este protocolo entró en vigencia en febrero de 2005, después de la ratificación conferencia de las partes (COP-3) en 1997, se sentaron las bases para desarrollar el mercado del carbono a nivel internacional. Según Eguren,

América Latina se ha convertido en la región de países en desarrollo más activa en este mercado emergente, con alrededor de US\$210,6 millones de créditos de Carbono en negociación en el marco del MDL, basada en la convicción de que este mercado puede significar una herramienta útil para promover el desarrollo sostenible de la región. Aunque el valor de estos certificados aún no es claro en este mercado, se pueden distinguir dos grandes escenarios en donde se están negociando. Uno, definido por las transacciones de Carbono que buscan cumplir con el marco establecido por el protocolo de Kioto y otro, por las iniciativas paralelas de comercio de emisiones fuera del protocolo, como son las iniciativas voluntarias de restricción de emisiones y las decisiones federales y estatales de EE.UU. para mitigar GEI, país que no hace parte del protocolo de Kioto.

El CO<sub>2</sub> atmosférico es incorporado a los procesos metabólicos de las plantas mediante la fotosíntesis. Este CO<sub>2</sub> participa en la composición de todas las estructuras necesarias para que el árbol pueda desarrollarse (follaje, ramas, raíces y tronco); los agro ecosistemas acumulan Carbono en cuatro grandes componentes: biomasa aérea (o biomasa sobre el suelo), hojarasca, sistema radical y carbono orgánico del suelo. La influencia de la vegetación herbácea en el almacenamiento y fijación de carbono es muy baja, por lo que puede omitirse dentro de un estudio de carbono. (Macdicken.1997)

Durante el tiempo en que el CO<sub>2</sub> se encuentra constituyendo alguna estructura del árbol y hasta que es enviado nuevamente al suelo o a la atmósfera, se considera almacenado. En el momento de su liberación (ya sea por la descomposición de la materia orgánica y/o por la quema de la biomasa) el CO<sub>2</sub> fluye para regresar al ciclo del carbono. (PNUMA, 1998)

#### **1.2.8. Incorporación de carbono en el suelo**

El carbono orgánico del suelo representa la mayor reserva en interacción con la atmósfera y se estima en cerca de 1 500 Pg C a 1 m de profundidad (cerca de 2 456 a dos metros de profundidad). El carbono inorgánico representa cerca de 1 700 Pg pero es capturado en formas más estables tales como el carbonato de

calcio. La vegetación (650 Pg) y la atmósfera (750 Pg) almacenan considerablemente menos cantidades que los suelos. (FAO, 2002)

Las existencias de carbono orgánico presente en los suelos naturales representan un balance dinámico entre la absorción de material vegetal muerto y la pérdida por descomposición. En condiciones aeróbicas del suelo, gran parte del carbono que ingresa al mismo es lábil y sola una pequeña fracción (1%) del que ingresa se acumula en la fracción húmica estable. (FAO, 2002)

La materia orgánica del suelo es un indicador clave de la calidad del suelo, tanto en sus funciones agrícolas (p. ej. producción y economía) como en sus funciones ambientales -entre ellas captura de carbono y calidad del aire. (FAO, 2002)

El contenido de materia orgánica del suelo es por lo general más bajo donde la degradación es más severa. La cantidad de carbono que puede ser capturada por medio de la rehabilitación de tierras degradadas será, por lo tanto, importante en áreas donde es técnica y socioeconómicamente una opción viable. (FAO, 2002).

Los ecosistemas forestales contienen más carbono por unidad de superficie que cualquier otro tipo de uso de la tierra y sus suelos -que contienen cerca del 40 por ciento del total del carbono- son de importancia primaria cuando se considera el manejo de los bosques. (FAO, 2002)

En el protocolo de Kyoto, se permitió la expansión de los sumideros creados por la intervención humana. Los recientes acuerdos post-Kyoto consideran los sumideros en los países y reconocen el potencial fundamental de la agricultura, de las tierras de pastoreo y de los suelos forestales para capturar carbono y la necesidad de conceder créditos nacionales para favorecer la formación de sumideros de carbono en los suelos agrícolas. (FAO, 2002)

#### **a. Formas de carbono en el suelo**

Jackson (1964), indica que el carbono se encuentra en los suelos formando parte de cuatro tipos de materiales orgánicos y minerales.



1. Carbonatos minerales, principalmente  $\text{CaCO}_3$  y  $\text{MgCO}_3$ .  $\text{CaCO}_3$ ; pero se presenta también pequeñas cantidades muy activas e importantes de  $\text{CO}_2$  y también de  $\text{HCO}_3^-$  y  $\text{CO}_3^{2-}$ , iones derivados de los carbonatos más solubles (Jackson 1964).
2. Formas muy condensadas de composición próximas al carbono elemental (carbón vegetal, grafito, carbón de hulla) (Jackson 1964).
3. Residuos de plantas, animales y microorganismos, alterados y bastantes resistentes, denominados a veces “humus” y “humatos”, que no constituyen un compuesto único al contrario de lo que parece sugerir estas denominaciones (Jackson 1964).
4. Residuos orgánicos poco alterados de vegetales, animales y de microorganismos vivos y muertos, que sufren descomposiciones bastante rápidas en los suelos (Jackson 1964).

Evidentemente el carbono total de los suelos incluye estas cuatro formas. El carbono orgánico total incluye las tres últimas, siendo eliminadas las formas minerales por lavado de un ácido reductor diluido antes de la determinación del carbono orgánico. La determinación más reproducible del carbono orgánico es la que incluye las tres formas en que se presenta sin intentar su fraccionamiento. La materia orgánica químicamente activa que se encuentra relacionada con la génesis del suelo y su fertilidad incluye las formas 3 y 4, por ello algunas veces se realizan esfuerzos para eliminar la forma 2, el carbono en forma fuertemente condensada, de las determinaciones de materia orgánica del suelo. (Jackson 1964).

#### **b. Almacenamiento de carbono en el suelo-**

Fassbender (1993), menciona que la vegetación muerta situada por encima del suelo está constituida por restos de tallos, ramas, hojas, flores y frutos, principalmente. Al depositarse estos sobre la superficie del suelo, conforman la hojarasca o bien la capa de mantillo y al mismo tiempo comienza los procesos de descomposición mediante la mineralización y la humificación. Dentro de la capa del mantillo se diferencian tres subcapas, que reciben nombres específicos en la nomenclatura de los suelos; OL (Litter = hoja, con residuo vegetal que exhiben estructuras inalteradas); OF (Fermentación =

alteración, con residuos vegetales en proceso de transformación) y OH (Humus; con acumulación de productos de resistencias de naturaleza húmica).

Fassbender (1993), manifiesta respecto a la descomposición de la materia orgánica contenida en esas subcapas se lleva a cabo en niveles distintos, principalmente dependiendo de la cantidad de hojarasca y su contenido interno. Al mismo tiempo, también influyen los factores externos del suelo, la población de microorganismos, las condiciones de pH, agua disponible y elementos nutritivos entre otros. En función de las características de la capa de mantillo y las subcapas mencionadas, se han diferenciado tres términos para caracterizar los tipos de mantillo: "mull", "moder" y "humus bruto".

Fassbender (1993), menciona que en condiciones tropicales y subtropicales, prácticamente solo se tiene el "mull", que se caracteriza por una gran velocidad en el proceso de transformación de restos vegetales, tanto así, que en un año desaparecen las hojas como tales, formando parte de la capa de suelo mineral, rica en sustancias húmicas.

Locatelli (1999), se refiere a la transformación de la materia orgánica en el suelo.

Raramente, este contenido de carbono orgánico está en relación inversa a la profundidad en el perfil del suelo. Los estudios para las estimaciones de estos contenidos de materia orgánica y carbono orgánico en el suelo han sido necesarios principalmente para responder a la demanda de información de niveles de fertilidad y productividad en una zona definida. Sin embargo, en la gran mayoría se enfoca a áreas de cultivos agrícolas y no a ambientes forestales y sus complicaciones inherentes de muestreo entre otros. Así pues, para la estimación de los niveles de hojarasca y carbono orgánico, se considera que es necesario realizar los muestreos dependiendo del tipo de suelos y del tipo de bosques con tal de no inducir en errores estadísticos.

### 1.3. Definición de términos

- **Arbusto:** planta leñosa con uno o varios troncos que no alcanzan los 5m de altura en su madures (Ñique, 2008).
- **Biomasa:** cantidad de materia orgánica seca total en un momento determinado de organismos vivos de uno o más especies por unidad de área (Ñique, 2008).
- **Bosque.-** Comunidades complejas de seres vivos, microorganismos, vegetales y animales, que se influyen y relacionan al mismo tiempo y se subordinan al ambiente dominante de los árboles. Las especies que conforman esta comunidad dependen del clima en primer lugar, y en segundo término, del tipo de suelo; sin embargo, muchos bosques son capaces de elaborar su propio suelo característico a partir de un substrato rocoso. (Ñique, 2008)
- **Bosque primario.-** Bosque que en su mayor parte ha sido inalterado por actividades humanas (Ñique, 2008).
- **Bosque secundario.-** Bosque resultante de una sucesión ecológica (Ñique, 2008).
- **Bosque secundario avanzado:** bosques con alturas mayores de 5m y que 2008).aún no han llegado a su estado de madurez, donde dominan los latizales (Ñique, 2008).
- **Bosque secundario joven:** Bosque con altura menor de 5m que aún no han llegado a su estado de madurez, donde dominan los brízales (Ñique, 2008).
- **Calidad ambiental.-** Características cualitativas y cuantitativas de algún factor ambiental o del ambiente en general y que son susceptibles de ser modificados (Ñique, 2008).
- **Clímax:** ecosistema maduro o etapa final de la sucesión vegetal, cuando la comunidad alcanza su mayor desarrollo en equilibrio con las condiciones ambientales (Camacho & Ariosa, 2000).
- **Cobertura:** medida de la superficie cubierta por una planta o un tipo de vegetación (Camacho & Ariosa 2000).
- **Diversidad:** una medida del número de especies y su abundancia en una comunidad o región; medida que toma en cuenta la riqueza de especies y la pondera por la abundancia relativa de cada uno (Camacho & Ariosa, 2000).

- **Diversidad Biológica.-** Variedad de organismos vivos dentro de cada especie, entre las especies y entre los ecosistemas (Camacho & Ariosa, 2000).
- **Diversidad de Ecosistemas.-** Comprende la variabilidad de ecosistemas dentro de un área bastante amplia como son las regiones naturales, biomas, zonas de vida, etc. (Ñique, 2008).
- **Dominancia.-** Condición en las comunidades o los estratos de vegetación en que una o más especies, por virtud de su número, cobertura o tamaño ejercen influencia considerable sobre las demás especies o controla las condiciones de su existencia (Ñique, 2008).
- **Dosel:** cubierta superior más o menos continuo, que forman las copas de los árboles en un bosque o selva (Camacho & Ariosa, 2000).
- **Ecosistema.-** Conjunto formado por los seres vivos (biocenosis o comunidad), el ámbito territorial en el que viven (biotopo) y las relaciones que se establecen entre ellos, tanto bióticas (influencias que los organismos reciben de otros de su misma especie o de especies diferentes) como abióticas (factores fisicoquímicos, como la luminosidad, la temperatura, la humedad, etc.). Un complejo dinámico de comunidades de plantas, animales y microorganismos con su ambiente no vivo, interactuando como una unidad funcional. (Ñique, 2008)
- **Especie.-** Grupo de Individuos que se cruzan entre ellos y producen descendencia pero no con los de otros grupos y constituyen una comunidad taxonómica que comprende razas y variedades geográficas (Mostacedo, 2006).
- **Estrato:** nivel en que se distribuye la vegetación de un mismo tipo en un hábitat: se distinguen los estratos herbáceo (que corresponde a las hierbas), arbustivo (correspondiente a los arbustos) y arbórea (en el que se incluye los árboles) (Mostacedo, 2006).
- **Fisiografía.-** Los atributos característicos de la apariencia de la superficie de la tierra, especialmente relacionados con la topografía y el tipo de suelos (Sarmiento, 2001).
- **Geología.-** Rama de las ciencias naturales que estudia la estructura y el desarrollo de la Tierra en el sentido histórico; posee ciencias auxiliares como la edafología o

pedología, la petrografía, la mineralogía, la geoquímica y la geofísica; la paleontología se ha convertido en una ciencia independiente (Sarmiento, 2001).

- **Hábitat.**- Es el lugar donde vive un organismo o el lugar donde podemos encontrar una población (Mostacedo, 2006).
- **Índice de Diversidad.**- Se define como el índice que expresa la relación entre el número de especies y el número de individuos (Mostacedo, 2006).
- **Población.**- Suma de todos los individuos de un taxón que viven en un área definida (Camacho & Ariosa 2000).
- **Regeneración natural:** restablecimiento del bosque por medios naturales, renovación de la vegetación mediante semillas no plantadas u otros métodos vegetativos (Mostacedo, 2006).
- **Sotobosque:** vegetación arbustiva y herbácea que se encuentra bajo el Dosel del bosque (Mostacedo, 2006).
- **Suelo:** capa superficial de la corteza terrestre alterada física y químicamente que está compuesta de elementos sólidos (minerales y orgánicos), líquidos (agua) y gaseoso ( $\text{CO}_2$ ) (Camacho & Ariosa, 2000).
- **Transecto:** banda de muestreo sobre la que se toma los datos definitivos previamente (Mostacedo, 2006).
- **Vegetación.**- Tapiz vegetal de un país o de una región geográfica. La predominancia de formas biológicas tales como árboles, arbustos o hierbas, sin tomar en consideración su posición taxonómica, conduce a distinguir diferentes tipos de vegetación, como bosque, matorral y pradera. (Ñique, 2008)

## **CAPÍTULO II**

### **MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **2.1. Materiales**

- Tablero de campo
- Lapiceros
- Wincha de 5 y 50 metros
- Botas de jebe
- Impermeable
- Mochila
- Libreta de campo
- Bolsas pláticas
- Machete
- Marcadores N° 34
- Cámara fotográfica.
- GPS
- Forcípula
- Tijeras podadoras
- Balanza plataforma 100 kg
- Clinómetro
- Estufa
- Balanza gramera 5 kg
- Wincha diamétrica

#### **2.2. Métodos**

##### **2.2.1. Tipo y nivel de investigación**

- **De acuerdo a la orientación**

##### **Investigación básica**

La investigación fue orientada a lograr un nuevo conocimiento y destinado a procurar aportar soluciones, frente a los problemas suscitados por los cambios en el clima, el cual se debe por la afanosa actividad de desarrollo del hombre sin respetar y cuidar su medio o entorno en el cual vive.



## **2.2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

### **2.2.4.1. Caracterización del área de estudio**

Referida al recorrido de reconocimiento de las áreas de estudio: Bosque secundario de un sector de la zona del lago avispa, para la toma de datos preliminares del estudio a realizar.

### **2.2.4.2. Metodología para determinar el contenido de carbono en bosques primario**

Para determinar el contenido de carbono acumulado en la biomasa de tallos leñosos vivos, se tomaron en cuenta árboles con:  $5.00 \text{ Cm} \leq \text{DAP} < 30.00 \text{ Cm}$  y  $\text{DAP} \geq 30.00 \text{ Cm}$ ; en hojarascas y suelo (hasta una profundidad máxima de 30 Cm). Es decir se hará uso del Método para determinación del carbono acumulado en ecosistemas forestales, según Macdicken (1997); citado por Carrasco (2009).

### **2.2.4.3. Diseño de la investigación**

La unidad de muestreo consistió en la instalación de una parcela permanente georeferenciada de una hectárea:  $100,00 \text{ m} \times 100,00 \text{ m}$  de bosque. Luego se subdividió el área en 25 subparcelas del tipo cuadrado de  $400,00 \text{ m}^2$  cada una, posteriormente se seleccionará sistemáticamente 5 subparcelas de muestreo, 4 de ellas ubicadas en los vértices de la parcela y 1 en el centro (ver figura 01). Registrando aquellos árboles con  $5,00 \text{ cm} \leq \text{DAP} < 30,00 \text{ Cm}$ ; y el área total de la parcela permanente se registrarán aquellos árboles con  $\text{DAP} \geq 30,00 \text{ cm}$ .



S1: sub parcela de muestreo temporal al interior de la parcela permanente.

S25 400 m <sup>2</sup>	S24	S23	S22	S21 400 m <sup>2</sup>
S16	S17	S18	S19	S20
S15	S14	S13 400 m <sup>2</sup>	S12	S11
S6	S7	S8	S9	S10
S5 400 m <sup>2</sup>	S4	S3	S2	S1 400 m <sup>2</sup>

20 m

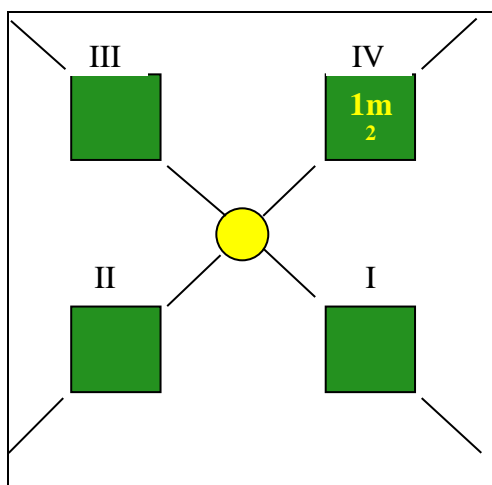
**Figura 4.** Diseño de la parcela de evaluación. Fuente: (Carrasco, 2009)



→ Subparcela 1.00 m X 1.00 m para muestreo de biomasa de tallos leñosos  $\leq$  a 5cm (sotobosque) y muestreo de hojarasca.



→ Muestreo de suelo hasta 30cm de profundidad.



**Figura 5.** Diseño de la sub parcela de muestreo. Fuente: (Carrasco, 2009)

#### 2.2.4.4. Inventario de tallos leñosos

De acuerdo al registro de los árboles en las subparcelas de muestreo y parcela permanente de muestreo (árboles con DAP  $\geq 30.00$  Cm), se registró la circunferencia de cada uno de ellos y la altura total; aplicando las siguientes fórmulas:

##### • Cálculo del DAP

DAP: Diámetro a la altura del pecho a 1.30 m sobre el suelo

Circunferencia (C):  $C = \text{DAP} * \pi$  ----- (Ecuación 01)

$\pi = 3.1416$

##### • Cálculo del Área Basal (AB)

$AB = 0.7854 * \text{DAP}^2$  ----- (Ecuación 02)

AB: Área Basal ( $\text{Cm}^2$ )

0.7854: Coeficiente

##### • Cálculo del Volumen (V)

$V = 0.7854 * \text{DAP}^2 * H$  ----- (Ecuación 03)

V: Volumen del árbol vivo en pie ( $\text{m}^3$ )

H: Altura total del árbol (m)

DAP: Diámetro a la Altura del Pecho (m)

#### 2.2.4.5. Biomasa de la hojarasca

Para calcular la biomasa de la hojarasca, se toma en cuenta el valor obtenido para el contenido de humedad.

$CH = (\text{Phs} - \text{Pss})/\text{Phs}$  ----- (Ecuación 04)

CH: Contenido de Humedad

Phs: Peso húmedo de la sub muestra (Kg)

PSS: Peso seco de la sub muestra (Kg)

Con el valor de la humedad, se procede a calcular la proporción del peso húmedo que corresponde a la biomasa:

$Y = \text{Pht} - (\text{Pht} * \text{CH})$

Y: Biomasa de la hojarasca en gramos

Pht: Peso húmedo total del área de muestreo (Kg)

CH: Contenido de Humedad

Los valores obtenidos se multiplican por 0.001 para obtener toneladas. Este valor se multiplica por 0.50 lo que da toneladas de carbono fijado. Las toneladas de carbono se dividen dentro del total de metros muestreados. Esta operación nos brinda Tn C/m<sup>2</sup> y al multiplicarlo por 10,000 m<sup>2</sup> se obtiene Tn C ha<sup>-1</sup>.

#### **2.2.5. Técnicas de procesamiento y análisis de datos.**

Se utilizó las pruebas estadísticas básicas promedio, moda mediana y varianza para la comparación simultánea de varios promedios.

Fue necesario realizar el Análisis de Varianza (ANVA) para las evaluaciones de las variables de investigación, las mismas que fueron interpretadas utilizando el coeficiente de variación, el coeficiente de Asimetría.

# CAPÍTULO III

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 3.1.Resultados

#### 3.1.1.Captura de carbono del bosque secundario en el sector Lago Avispa, para estimar su potencial como sumidero

Tabla 1

*Especies encontradas en la parcela demostrativa 01*

N°	Especie	DAP [cm]	DAP [m]	AB [m <sup>2</sup> ]	HT [m]	VT [cm <sup>3</sup> ]	BIOMASA Tn/arb	BAVT Tn/ha	CARBONO Tn/ha
1	Capinuri	23	0.23	0.042	4.67	0.152	0.069	0.618	2.782
2	Capinuri	14.5	0.15	0.017	3.86	0.05	0.043		
3	Capirona	11.5	0.12	0.01	5.9	0.048	0.034		
4	Capirona	13	0.13	0.013	4.91	0.051	0.039		
5	Huairuro	16	0.16	0.02	5.13	0.081	0.048		
6	Huairuro	18	0.18	0.025	4.9	0.098	0.054		
7	Huairuro	11	0.11	0.01	4.34	0.032	0.033		
8	Huairuro	20	0.2	0.031	4.93	0.122	0.06		
9	Huairuro	17	0.17	0.023	6.25	0.111	0.051		
10	Huairuro	26	0.26	0.053	6.46	0.269	0.078		
11	Huairuro	18	0.18	0.025	4.72	0.094	0.054		
12	Huairuro	22.5	0.23	0.04	5.2	0.162	0.067		
13	Huairuro	15.5	0.16	0.019	6.07	0.09	0.046		
14	Huairuro	21.5	0.22	0.036	4.64	0.132	0.064		
15	Huairuro	19	0.19	0.028	2.74	0.061	0.057		
16	Iguerilla	10	0.1	0.008	5.19	0.032	0.03		
17	Estoraque	56	0.56	0.246	10.1	1.954	0.168		
18	Estoraque	14	0.14	0.015	4.51	0.055	0.042		
19	Estoraque	19	0.19	0.028	6.42	0.143	0.057		
20	Estoraque	15	0.15	0.018	3.69	0.051	0.045		
21	Estoraque	21	0.21	0.035	4.49	0.122	0.063		
22	Estoraque	12.5	0.13	0.012	4.02	0.039	0.037		
23	Estoraque	17	0.17	0.023	5.56	0.099	0.051		
24	Palta Buena	45	0.45	0.159	2.99	0.373	0.135		
25	Palta Buena	15	0.15	0.018	3.69	0.051	0.045		
26	Palta Buena	18	0.18	0.025	4.66	0.093	0.054		
27	Palta Buena	13.5	0.14	0.014	5.97	0.067	0.04		
28	Requia	31	0.31	0.075	5.36	0.318	0.093		
29	Requia	24	0.24	0.045	5.48	0.195	0.072		
30	Yacushapa	11	0.11	0.01	5.74	0.043	0.033		
31	Yacushapa	13	0.13	0.013	6.99	0.073	0.039		
32	Yacushapa	13	0.13	0.013	5.85	0.061	0.039		

33	Lupuna	56	0.56	0.246	8.49	1.642	0.168
34	Lupuna	18	0.18	0.025	4.35	0.087	0.054
35	Pisho	58.8	0.59	0.272	7.88	1.681	0.176
36	Pisho	19	0.19	0.028	4.1	0.091	0.057
37	Pisho	16	0.16	0.02	6.87	0.108	0.048
38	Puca Pashaca	19	0.19	0.028	5.68	0.126	0.057
39	Puca Pashaca	16	0.16	0.02	5.66	0.089	0.048
40	Puca Pashaca	18.5	0.19	0.027	4.39	0.093	0.055
41	Puca Pashaca	20	0.2	0.031	4.35	0.107	0.06
42	Rifari	12	0.12	0.011	5.9	0.052	0.036
43	Rifari	16	0.16	0.02	5.78	0.091	0.048
44	Rifari	16	0.16	0.02	4.6	0.073	0.048
45	Rifari	18	0.18	0.025	5.05	0.101	0.054
46	Yanavara	12	0.12	0.011	3.32	0.029	0.036
47	Yanavara	21.5	0.22	0.036	5.12	0.146	0.064
48	Wamansamana	12	0.12	0.011	3.04	0.027	0.036
49	Wamansamana	11	0.11	0.01	4.07	0.03	0.033
50	Wamansamana	28.9	0.29	0.066	4.06	0.209	0.087
51	Wamansamana	19	0.19	0.028	5.99	0.133	0.057
52	Wamansamana	17	0.17	0.023	4.71	0.084	0.051
53	Wamansamana	15	0.15	0.018	4.09	0.057	0.045
54	Pichirina	13.6	0.14	0.015	4.91	0.056	0.041
55	Pichirina	14.5	0.15	0.017	4.03	0.052	0.043
56	Oje	32	0.32	0.08	5.48	0.346	0.096
57	Oje	19	0.19	0.028	5.32	0.118	0.057
58	Oje	15	0.15	0.018	4.13	0.057	0.045
59	Copal	29	0.29	0.066	4.28	0.222	0.087
60	Copal	19	0.19	0.028	6.04	0.135	0.057
61	Copal	37.5	0.38	0.11	6.89	0.598	0.112
62	Copal	19	0.19	0.028	6.53	0.145	0.057
63	Copal	13	0.13	0.013	3.99	0.042	0.039
64	Sacha Yanavara	11	0.11	0.01	3.66	0.027	0.033
65	Sacha Yanavara	15	0.15	0.018	4.35	0.06	0.045
66	Sacha Yanavara	11.2	0.11	0.01	3.89	0.03	0.034
67	Sacha Yanavara	13	0.13	0.013	6.1	0.064	0.039
68	Capinuri	12.8	0.13	0.013	4.66	0.047	0.038
69	Capinuri	15	0.15	0.018	6.89	0.096	0.045
70	Capinuri	33	0.33	0.086	5.88	0.395	0.099
71	Shamoja	55	0.55	0.238	7.2	1.344	0.165
72	Shamoja	80	0.8	0.503	6.31	2.491	0.24
73	Shamoja	21	0.21	0.035	5.82	0.158	0.063
74	Shimbillo	37.3	0.37	0.109	5.07	0.435	0.112
75	Shimbillo	10	0.1	0.008	2.88	0.018	0.03
76	Shimbillo	13.4	0.13	0.014	5.24	0.058	0.04
77	Shimbillo	33	0.33	0.086	4.45	0.299	0.099
78	Shimbillo	13	0.13	0.013	4.5	0.047	0.039

79	Shimbillo	20	0.2	0.031	4.67	0.115	0.06
80	Shimbillo	13	0.13	0.013	4.35	0.045	0.039
81	Shimbillo	37	0.37	0.108	8.4	0.709	0.111
82	Shimbillo	21	0.21	0.035	4.39	0.119	0.063
83	Shimbillo	31	0.31	0.075	6.35	0.376	0.093
84	Shimbillo	12	0.12	0.011	5.72	0.051	0.036
85	Shimbillo	43	0.43	0.145	6.69	0.763	0.129
86	Shimbillo	13	0.13	0.013	5.4	0.056	0.039
87	Shimbillo	21	0.21	0.035	5.1	0.139	0.063
88	Shimbillo	14.5	0.15	0.017	6.35	0.082	0.043
89	Shimbillo	17	0.17	0.023	3.47	0.062	0.051
90	Tangarana	82	0.82	0.528	8.19	3.397	0.246
91	Tangarana	11	0.11	0.01	5.36	0.04	0.033
92	Tangarana	13	0.13	0.013	5.03	0.052	0.039
93	Tangarana Negra	31	0.31	0.075	3.8	0.225	0.093
94	Tangarana Negra	45	0.45	0.159	6.35	0.793	0.135
TOTAL							6.183
<b>Promedio</b>							<b>0.0658</b>

Fuente: Elaboración propia.

Muestra las especies encontradas en la parcela demostrativa 01 con los diferentes valores de acuerdo al inventario realizado, la biomasa general de la parcela N° 01 es de 0.618 Tn/ha, y el carbono capturado por la biomasa viva es de 2.728 Tn/ha.

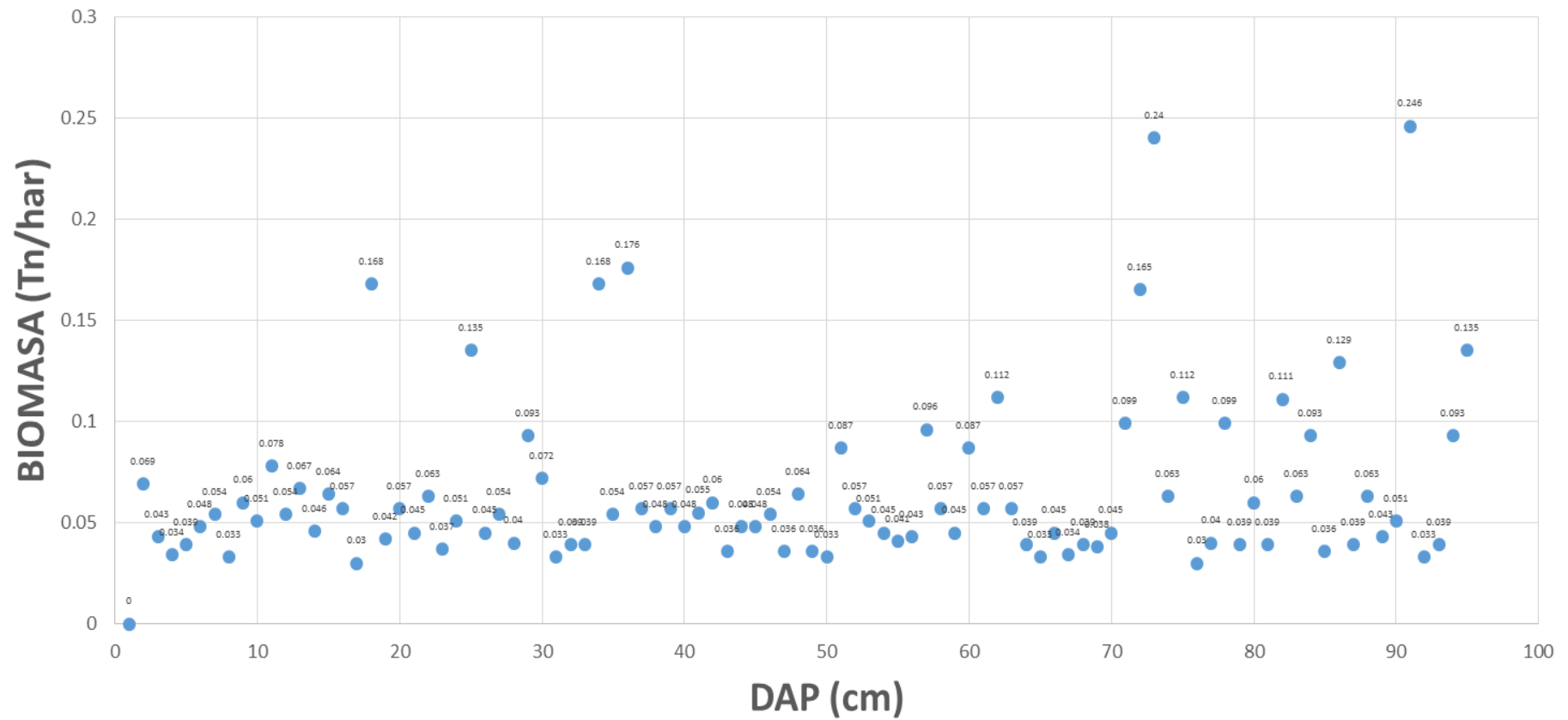
Tabla 2.

*Especies repetidas en la parcela 01*

Nº	ESPECIES	CANTIDAD	BIOMASA / ESPECIE
1	Capinuri	2	0.056
2	Capirona	2	0.0365
3	Huairuro	11	0.0556
4	Iguerilla	1	0.03
5	Estoraque	6	0.0661
6	Palta Moena	4	0.0685
7	Requia	2	0.0825
8	Yacuchapa	3	0.037
9	Lupuna	2	0.111
10	Pisho	3	0.0937
11	Puca Pashaca	4	0.055
12	Rifari	4	0.0465
13	Yanavara	2	0.05
14	Wamansamana	6	0.533
15	Pichirina	2	0.042
16	Pje	3	0.066
17	Copal	5	0.0704
18	Sacha Yanavara	4	0.0378
19	Capinuri	3	0.0607
20	Shamoja	3	0.156
21	Shimbillo	16	0.065
22	Tangarana	3	0.106
23	Negra	2	0.114

Fuente: Elaboración propia

Muestra el resumen de la parcela 01, encontrando 23 especies de árboles siendo la de mayor predominancia la especie shimbillo con una biomasa de 0.065 Tn/arb.



**Figura 6.** Dispersión entre los distintos arboles muestreados de la parcela 01. (Fuente: Elaboración propia).

Como observamos en la figura existe una dispersión casi homogénea entre los distintos arboles muestreados, con excepción de algunas especies que sobrepasan del promedio de biomasa capturado (0,0658 Tn/arb.)



Tabla 3

*Especies encontradas en la parcela demostrativa 02*

N°	Especie	DAP [cm]	DAP [m]	AB m <sup>2</sup>	HT M	VT cm <sup>3</sup>	BIOMASA Tn/arb	BAVT Tn/ha	CARBONO Tn/ha
1	Bolaina	17	0.17	0.023	2.63	0.047	0.051	0.329	1.479
2	Masaranduba	12	0.12	0.011	2.78	0.025	0.036		
3	huaba	17.5	0.18	0.024	3.38	0.064	0.052		
4	Casho Caspi	14	0.14	0.015	3.02	0.037	0.042		
5	tangarana	19	0.19	0.028	2.95	0.066	0.057		
6	Lupuna	15.5	0.16	0.019	3.55	0.053	0.046		
7	lupuna	22	0.22	0.038	4.15	0.124	0.066		
8	Lupuna	23	0.23	0.042	4.44	0.145	0.069		
9	ana caspi	16	0.16	0.02	4.59	0.072	0.048		
10	Caimitillo	13	0.13	0.013	3.2	0.033	0.039		
11	Topa	29	0.29	0.066	4.27	0.222	0.087		
12	Topa	17.5	0.18	0.024	2.82	0.053	0.052		
13	yana vara	13.5	0.14	0.014	2.93	0.033	0.04		
14	yana vara	13.5	0.14	0.014	2.93	0.033	0.04		
15	cumala	13	0.13	0.013	4.35	0.045	0.039		
16	cumala	33	0.33	0.086	5.88	0.395	0.099		
17	Capinuri	13	0.13	0.013	3.09	0.032	0.039		
18	Capinuri	13	0.13	0.013	3.09	0.032	0.039		
19	Muena Amarilla	27.5	0.28	0.059	5.56	0.259	0.082		
20	Espintana	16	0.16	0.02	2.94	0.046	0.048		
21	Espintana	18	0.18	0.025	3.17	0.063	0.054		
22	Espintana	15	0.15	0.018	3.28	0.046	0.045		
23	Ajusquiro	37	0.37	0.108	2.9	0.245	0.111		
24	Yamanasa	38	0.38	0.113	4.35	0.387	0.114		
25	Anonilla	60	0.6	0.283	4.96	1.101	0.18		
26	Anonilla	32	0.32	0.08	5.08	0.321	0.096		
27	Pashaca	52	0.52	0.212	5.03	0.839	0.156		
28	Moena	19	0.19	0.028	3.51	0.078	0.057		
29	Quillosisa	39	0.39	0.119	8.02	0.752	0.117		
30	Lagarto Caspi	46	0.46	0.166	4.81	0.628	0.138		
31	Shimicua	28	0.28	0.062	4.98	0.241	0.084		
32	yana varilla	21	0.21	0.035	4.08	0.111	0.063		
33	Tamora	50	0.5	0.196	5.35	0.825	0.15		
34	Nistero	19	0.19	0.028	2.5	0.056	0.057		
35	Raya Caspi	46	0.46	0.166	4.5	0.587	0.138		
36	Pashaquilla	35	0.35	0.096	6.58	0.497	0.105		
37	Palta Muena	44	0.44	0.152	3.54	0.423	0.132		
38	Palta Muena	35	0.35	0.096	3.58	0.271	0.105		
39	Anis moena	36	0.36	0.102	3.45	0.963	0.108		
40	shapaja	30	0.3	0.071	3.76	0.209	0.09		

41	shapaja	25	0.25	0.049	4.61	0.178	0.075
42	shapaja	14	0.14	0.015	7.31	0.088	0.042
TOTAL							3.286

Fuente: Elaboración propia.

Muestra las especies encontradas en la parcela demostrativa 02 con los diferentes valores de acuerdo al inventario realizado, la biomasa general de la parcela N° 02 es de 0.329 Tn/ha, y el carbono capturado por la biomasa viva es de 1.479 Tn/ha.

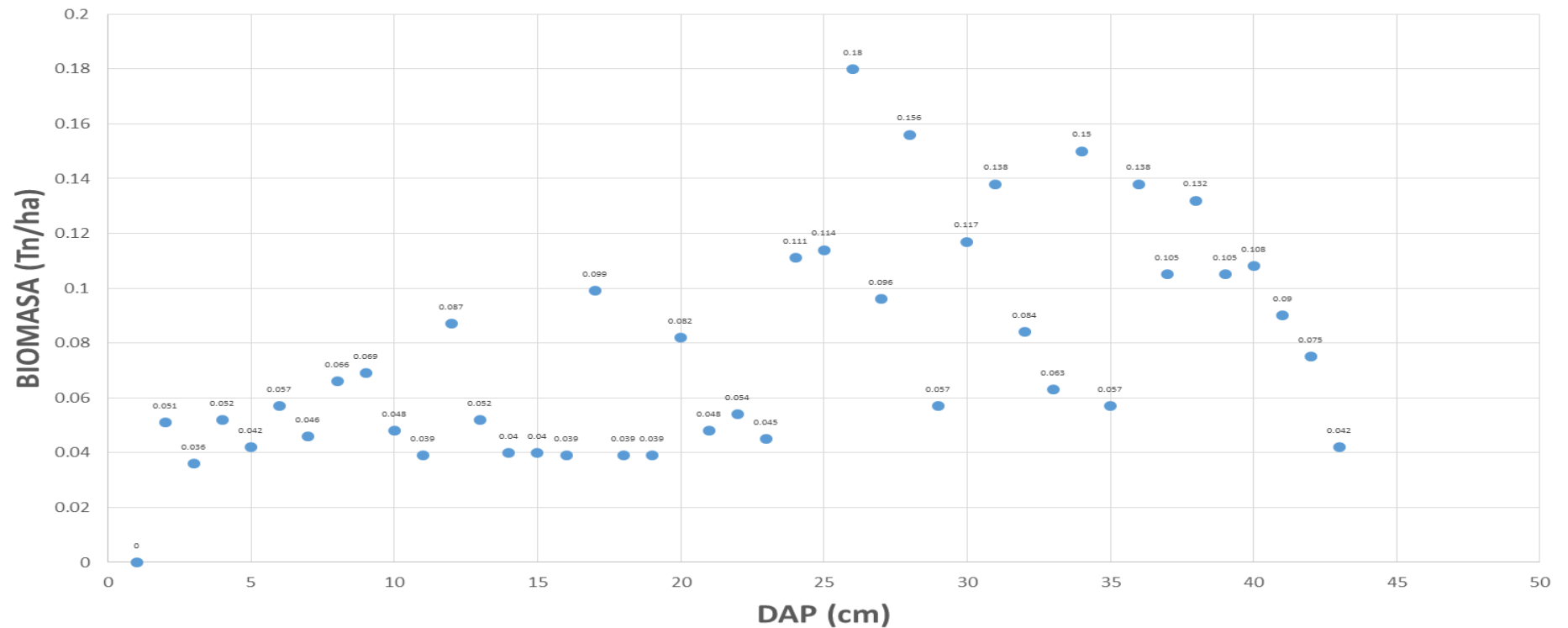
Tabla 4

*Especies repetidas en la parcela 02*

Nº	ESPECIES	CANTIDAD	BIOMASA / ESPECIE
1	Bolaina	1	0.051
2	Masaranduba	1	0.036
3	Huaba	1	0.052
4	Casho Caspi	1	0.042
5	Tangarana	1	0.057
6	Lupuna	3	0.0603
7	Ana caspi	1	0.048
8	Caimitillo	1	0.039
9	Topa	2	0.0695
10	Yana vara	2	0.04
11	Cumala	2	0.069
12	Capinuri	2	0.039
13	Muena amarilla	1	0.082
14	Espintana	3	0.049
15	Ajusquiro	1	0.111
16	Yamanasa	1	0.114
17	Anonilla	2	0.138
18	Pashaca	1	0.156
19	Moena	1	0.057
20	Quillosa	1	0.117
21	Lagarto caspi	1	0.138
22	Shimicua	1	0.084
23	Yana varilla	1	0.063
24	Tamora	1	0.15
25	Nistero	1	0.057
26	Raya caspi	1	0.138
27	Pashaquilla	1	0.105
28	Palta moena	2	0.1185
29	Anis moena	1	0.108
30	Shapaja	3	0.069

Fuente: Elaboración propia.

Muestra el resumen de la parcela 02, encontrando 30 especies de árboles siendo la de mayor predominancia las especies lupuna, espintana y shapaja cada una de ellas con biomasa promedio de 0.060 Tn/arb, 0.049 TN/arb. y de 0.069 Tn/arb.



**Figura 7.** Dispersión entre los distintos árboles muestreados de la parcela 02. (Fuente: Elaboración propia).

Como observamos en la figura existe una dispersión muy heterogénea entre los distintos árboles muestreados, existen especies que están por debajo del promedio de biomasa capturada por árbol (0.0783 Tn/arb.), eso nos indica que hay especies de árboles que tienen una capacidad optima de incorporar en su biomasa el carbono atmosférico.

Tabla 5.

*Especies encontradas en la parcela demostrativa 03*

N°	Especie	DAP [cm]	DAP [m]	AB m <sup>2</sup>	HT m	VT m <sup>3</sup>	BIOMASA Tn	BAVT Tn/ha	CARBONO Tn/ha
1	Ajusquiro	36.5	0.37	0.105	4.82	0.396	0.109	0.312	1.405
2	Andiraba	124.3	1.24	1.213	8.11	7.729	0.372		
3	Casho Caspí	14	0.14	0.015	4.87	0.059	0.042		
4	Cetico	17	0.17	0.023	3.21	0.057	0.051		
5	Cetico	17	0.17	0.023	3.92	0.07	0.051		
6	Cetico	17	0.17	0.023	3.79	0.068	0.051		
7	Cetico	17	0.17	0.023	3.68	0.066	0.051		
8	Cumala	12.5	0.13	0.012	4.45	0.043	0.037		
9	Cumala	14.5	0.15	0.017	2.83	0.037	0.043		
10	Cumala	12.5	0.13	0.012	3.94	0.038	0.037		
11	Espintana	18	0.18	0.025	3.57	0.071	0.054		
12	Espintana	18	0.18	0.025	5.08	0.102	0.054		
13	Espintana	17	0.17	0.023	5.61	0.1	0.051		
14	Espintana	15.5	0.16	0.019	5.08	0.075	0.046		
15	Espintana	15	0.15	0.018	5.2	0.072	0.045		
16	Palta Muena	27	0.27	0.057	2.93	0.132	0.081		
17	Palta Muena	16.5	0.17	0.021	3.18	0.053	0.049		
18	Palta Muena	16.13	0.16	0.02	3.18	0.051	0.048		
19	Palta Muena	19	0.19	0.028	6.63	0.148	0.057		
20	Palta Muena	27	0.27	0.057	5.21	0.234	0.081		
21	Lupuna	15	0.15	0.018	5.36	0.074	0.045		
22	Lupuna	22	0.22	0.038	4.68	0.14	0.066		
23	Lupuna	14.5	0.15	0.017	4.82	0.063	0.043		
24	Lupuna	15.5	0.16	0.019	5.63	0.083	0.046		
25	Lupuna	15.5	0.16	0.019	5.63	0.083	0.046		
26	Lupuna	58	0.58	0.264	6.88	1.428	0.174		
27	Marona	18.5	0.19	0.027	4.13	0.087	0.055		
28	Marona	20	0.2	0.031	6.66	0.164	0.06		
29	Marona	17	0.17	0.023	3.68	0.066	0.051		
30	Topa	28.5	0.29	0.064	5.66	0.284	0.085		
31	Topa	25	0.25	0.049	4.81	0.185	0.075		
32	Topa	29	0.29	0.066	7.23	0.375	0.087		
33	Muena	41	0.41	0.132	6.82	0.707	0.123		
34	Muena	40	0.4	0.126	6.32	0.624	0.12		
35	Muena	69	0.69	0.374	8.99	2.64	0.207		
36	Capinuri	13	0.13	0.013	3.11	0.032	0.039		
37	Shapaja	33	0.33	0.086	3.82	0.257	0.099		
38	Shapaja	33	0.33	0.086	3.47	0.233	0.099		

39	Shapaja	36.5	0.37	0.105	5.99	0.492	0.109
40	Yanavara	13.5	0.14	0.014	3.01	0.034	0.04
41	Yanavara	13.5	0.14	0.014	3.11	0.035	0.04
TOTAL							3.123

Fuente: Elaboración propia.

Muestra las especies encontradas en la parcela demostrativa 03 con los diferentes valores de acuerdo al inventario realizado, la biomasa general de la parcela N° 02 es de 0.312 Tn/ha, y el carbono capturado por la biomasa viva es de 1.405 Tn/ha.

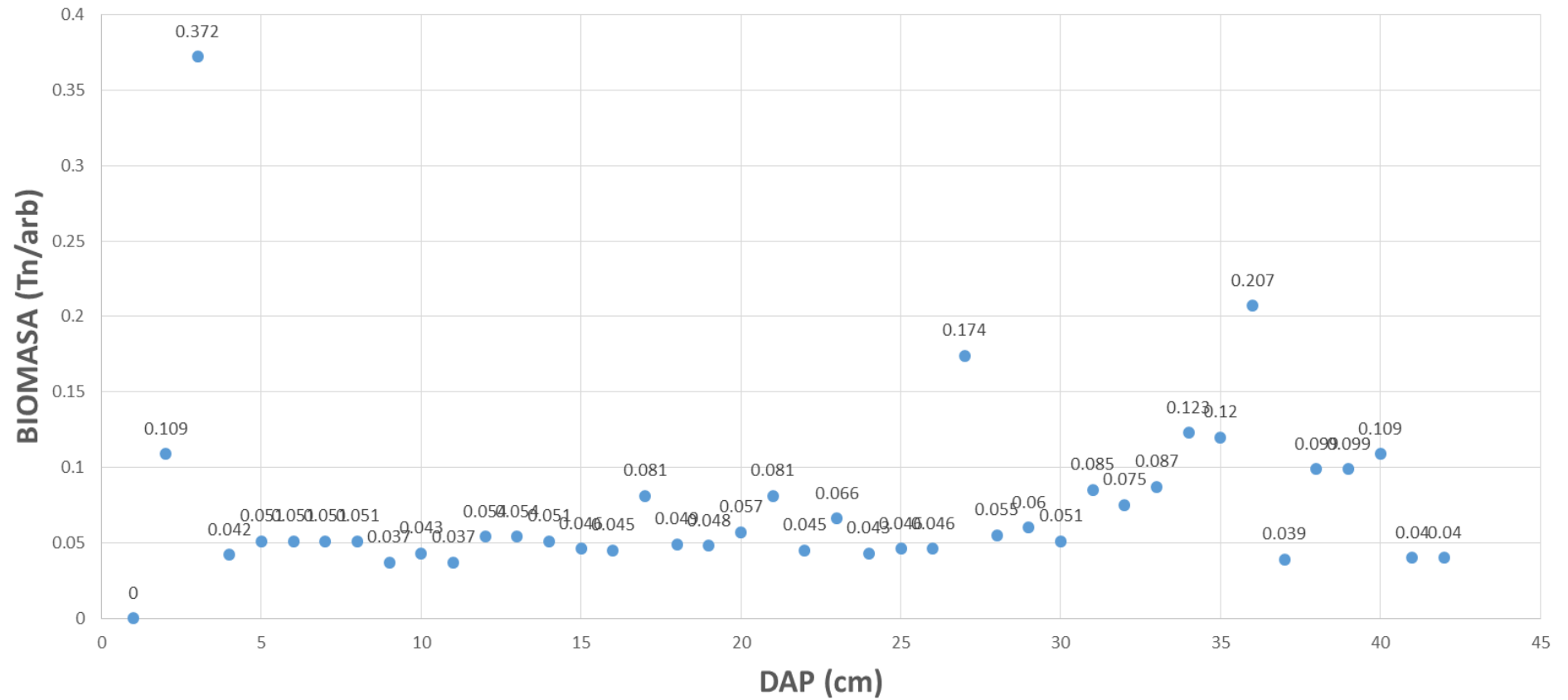
Tabla 6.

*Especies repetidas en la parcela 03*

N°	ESPECIES	CANTIDAD	BIOMASA / ESPECIE
1	Ajusquiro	1	0.109
2	Andiraaba	1	0.372
3	Caasho caspi	1	0.042
4	Cetico	4	0.051
5	Cumala	3	0.039
6	Espintana	5	0.05
7	Palta buena	5	0.0632
8	Lupuna	6	0.07
9	Marona	3	0.0553
10	Topa	3	0.0823
11	Muena	3	0.15
12	Capinuri	1	0.039
13	Shapaja	3	0.102
14	Yanvara	2	0.04

Fuente: Elaboración propia.

Muestra el resumen de la parcela 03, encontrando 14 especies de árboles siendo la de mayor predominancia la especie lupuna con una biomasa de 0.07 Tn/arb.



**Figura 8.** Dispersión entre los distintos árboles muestreados de la parcela 03. (Fuente: Elaboración propia).

Como observamos en la figura, existe una dispersión casi homogénea, algunas especies de árboles logran una mayor acumulación de biomasa por encima del promedio atrapado (0.0761 Tn/arb.)

Tabla 7.

*Especies encontradas en la parcela demostrativa 04*

N°	Especie	DAP [cm]	DAP [m]	AB m <sup>2</sup>	HT m	VT cm <sup>3</sup>	BIOMASA Tn/arb	BAVT Tn/ha	CARBONO Tn/ha
1	Capirona	12	0.12	0.011	4.56	0.041	0.036	0.513	2.309501
2	Casha Puma	19	0.19	0.028	3	0.067	0.057		
3	Catahua	13.5	0.14	0.014	5.95	0.067	0.04		
4	Catahua	14.5	0.15	0.017	5.23	0.068	0.043		
5	Catahua	12	0.12	0.011	4.01	0.036	0.036		
6	catahua	10	0.1	0.008	2.61	0.016	0.03		
7	Catahua	18	0.18	0.025	5.71	0.114	0.054		
8	Catahua	20	0.2	0.031	14.27	0.352	0.06		
9	Catahua	37	0.37	0.108	8.1	0.684	0.111		
10	Catahua	13	0.13	0.013	4.64	0.048	0.039		
11	Catahua	16	0.16	0.02	4.76	0.075	0.048		
12	Catahua	28	0.28	0.062	3.55	0.172	0.084		
13	Cetico	18.5	0.19	0.027	5.28	0.111	0.055		
14	Cetico	14	0.14	0.015	6.43	0.078	0.042		
15	Cetico	13	0.13	0.013	4.9	0.051	0.039		
16	Cetico	19	0.19	0.028	4.11	0.092	0.057		
17	Cetico	16	0.16	0.02	4.06	0.064	0.048		
18	Cetico	26	0.26	0.053	3.83	0.16	0.078		
19	Cetico	21	0.21	0.035	4.91	0.134	0.063		
20	Guaryuba	14	0.14	0.015	3.17	0.038	0.042		
21	Cumala	27.5	0.28	0.059	4.41	0.206	0.082		
22	Espintana	24	0.24	0.045	4.33	0.154	0.072		
23	Yacushapa	26	0.26	0.053	3.7	0.154	0.078		
24	Yacuchapa	28	0.28	0.062	3.81	0.184	0.084		
25	Yacushapa	15.5	0.16	0.019	3.6	0.053	0.046		
26	Lupuna	34	0.34	0.091	6.89	0.491	0.102		
27	Lupuna	37	0.37	0.108	6.29	0.531	0.111		
28	Lupuna	28	0.28	0.062	4.66	0.225	0.084		
29	Timareo	25	0.25	0.049	5.95	0.229	0.075		
30	Timareo	16	0.16	0.02	4.35	0.069	0.048		
31	Timareo	27	0.27	0.057	5.52	0.248	0.081		
32	Papelillo	23	0.23	0.042	4.28	0.14	0.069		
33	Papelillo	23	0.23	0.042	3.47	0.113	0.069		
34	Ocuera	35	0.35	0.096	6.27	0.474	0.105		
35	Ocuera	14	0.14	0.015	3.68	0.044	0.042		
36	Ocuera	15	0.15	0.018	3.54	0.049	0.045		
37	Ocuera	12	0.12	0.011	4.01	0.036	0.036		
38	Cormiñon Negro	32	0.32	0.08	5.57	0.352	0.096		
39	Machimango	14	0.14	0.015	3.89	0.047	0.042		
40	Waskatopa	16	0.16	0.02	3.01	0.048	0.048		
41	Waskatopa	20	0.2	0.031	4.11	0.101	0.06		



42	Punga roja	19	0.19	0.028	6.84	0.152	0.057
43	Tamora	10	0.1	0.008	3.19	0.02	0.03
44	Tamora	14.5	0.15	0.017	4.15	0.054	0.043
45	Tamora	15	0.15	0.018	4.7	0.065	0.045
46	Bolaina	23	0.23	0.042	4.2	0.137	0.069
47	Bolaina	20.5	0.21	0.033	5.01	0.13	0.061
48	Bolaina	12	0.12	0.011	4.86	0.043	0.036
49	Bolaina	32	0.32	0.08	7.12	0.45	0.096
50	Topa	14	0.14	0.015	6.89	0.083	0.042
51	Topa	23	0.23	0.042	4.72	0.154	0.069
52	Topa	24	0.24	0.045	5.97	0.212	0.072
53	Punga	48	0.48	0.181	6.39	0.908	0.144
54	Casha Muena	23	0.23	0.042	6.53	0.213	0.069
55	Casha Muena	28	0.28	0.062	6.3	0.305	0.084
56	Casha Muena	13.5	0.14	0.014	4.75	0.053	0.04
57	Shapaja	45	0.45	0.159	2.43	0.304	0.135
58	Shapaja	13.5	0.14	0.014	2.36	0.027	0.04
59	Shapaja	40	0.4	0.126	2.72	0.268	0.12
60	Shapaja	13	0.13	0.013	6.22	0.065	0.039
61	Shapaja	37	0.37	0.108	3.8	0.321	0.111
62	Shapaja	28	0.28	0.062	5.12	0.248	0.084
63	Shapana Amarilla	44	0.44	0.152	12.5	1.493	0.132
64	Shapana Amarilla	27	0.27	0.057	4.24	0.191	0.081
65	Shapana Blanca	50.5	0.51	0.2	11.17	1.757	0.151
66	Shapana Blanca	24.8	0.25	0.048	4.87	0.185	0.074
67	Shimbillo	12	0.12	0.011	3.1	0.028	0.036
68	Tangarana	17	0.17	0.023	6.29	0.112	0.051
69	Ubilla	13	0.13	0.013	4.18	0.044	0.039
70	Ucho Mullaca	21	0.21	0.035	5.63	0.153	0.063
71	Umari	23	0.23	0.042	4.68	0.153	0.069
72	Palta Muena	25	0.25	0.049	5.75	0.222	0.075
73	Yaja Blanca	76.5	0.77	0.46	6.61	2.386	0.229
74	Yana Caspi	37	0.37	0.108	3.69	0.312	0.111
TOTAL		5.132					
PROMEDIO		0.0694					

---

Fuente: Elaboración propia.

Muestra las especies encontradas en la parcela demostrativa 04 con los diferentes valores de acuerdo al inventario realizado, la biomasa general de la parcela N° 04 es de 0.513 Tn/ha, y el carbono capturado por la biomasa viva es de 2.309501 Tn/ha.

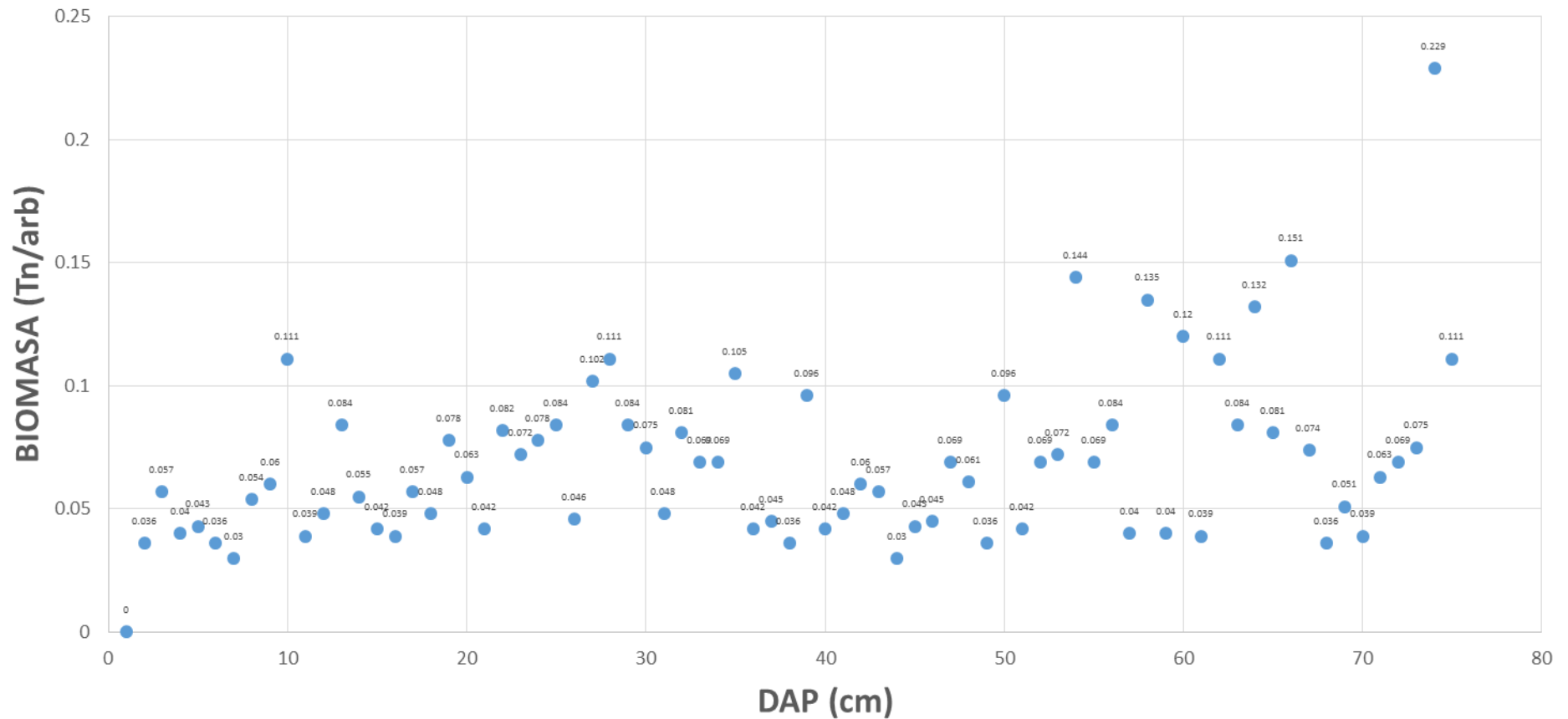
Tabla 8

*Especies repetidas en la parcela 04*

N°	ESPECIES	CANTIDAD	BIOMASA / ESPECIE
1	Capirona	1	0.036
2	Casha puma	1	0.057
3	Catahua	10	0.0545
4	Cetico	7	0.0546
5	Guaryuba	1	0.042
6	Cumala	1	0.082
7	Espintana	1	0.072
8	Yacushapa	2	0.0693
9	Lupuna	3	0.099
10	Timareo	3	0.068
11	Papelillo	2	0.069
12	Ocuera	4	0.057
13	Comiñon negro	1	0.096
14	Machimango	1	0.042
15	Waskatopa	2	0.054
16	Punga roja	1	0.057
17	Tamora	3	0.0393
18	Bolaina	4	0.0655
19	Topa	3	0.061
20	Punga roja	1	0.144
21	Casha buena	3	0.0643
22	Shapaja	6	0.0882
23	Shapaja amarilla	2	0.1065
24	Shapaja blanca	2	0.1125
25	Shimbillo	1	0.036
26	Tangarana	1	0.051
27	Ubilla	1	0.039
28	Ucho mullaca	1	0.063
29	Humari	1	0.096
30	Palta buena	1	0.075
31	Yaja blanca	1	0.229
32	Yana caspi	1	0.111

Fuente: Elaboración propia.

Muestra el resumen de la parcela 04, encontrando 32 especies de árboles siendo la de mayor predominancia la especie Catuhua con una biomasa de 0.0545 Tn/arb.



**Figura 9.** Dispersión entre los distintos arboles muestreados de la parcela 04. (Fuente: Elaboración propia).

Como observamos en la figura, existe una dispersión muy heterogénea entre los distintos árboles muestreados, existen especies que están muy por debajo del promedio de biomasa capturada por árbol (0.0694 Tn/arb.).

Tabla 9

*Cantidad de hojarasca encontrada por parcela y fecha muestreada*

P1	25/09/16	01/10/16	15/10/16	05/11/16	19/11/16	03/12/16	17/12/16	01/01/17	14/01/17	04/02/17	18/02/17	04/03/17	18/03/17	BT (Kg)	DIFERENCIA BIOMASA (Kg)
	1500	100	100	10	50	50	150	100	550	750	521	550	350	4781	3281
	2350	100	100	150	100	150	150	250	350	450	320	315	253	5038	2688
	1650	40	50	50	100	100	100	250	150	100	200	250	245	3285	1635
	1650	50	100	10	50	160	200	200	250	200	220	200	265	3555	1905
P2	25/09/16	01/10/16	15/10/16	05/11/16	19/11/16	03/12/16	17/12/16	01/01/17	14/01/17	04/02/17	18/02/17	04/03/17	18/03/17	BT	DIFERENCIA BIOMASA (Kg)
	1025	50	150	150	100	150	250	150	400	800	620	590	453	4888	3863
	1600	40	200	150	150	100	90	150	200	350	420	400	380	4230	2630
	1700	50	100	150	150	150	200	250	300	500	480	540	385	4955	3255
	1800	160	250	100	60	50	100	400	250	300	400	480	355	4705	2905
P3	25/09/16	01/10/16	15/10/16	05/11/16	19/11/16	03/12/16	17/12/16	01/01/17	14/01/17	04/02/17	18/02/17	04/03/17	18/03/17	BT	DIFERENCIA BIOMASA (Kg)
	1450	20	50	500	200	90	100	100	250	450	250	330	295	4085	2635
	1500	60	50	100	150	60	50	100	150	250	200	250	285	3205	1705
	1650	50	100	300	200	40	140	50	100	250	180	150	250	3460	1810
	1600	40	150	100	50	130	250	300	400	550	450	500	395	4915	3315
P4	25/09/16	01/10/16	15/10/16	05/11/16	19/11/16	03/12/16	17/12/16	01/01/17	14/01/17	04/02/17	18/02/17	04/03/17	18/03/17	BT	DIFERENCIA BIOMASA (Kg)
	1850	120	300	100	150	120	100	100	350	500	550	450	420	5110	3260

1700	60	100	200	100	40	70	100	150	250	210	200	295	3475	1775
1400	30	60	200	150	100	100	150	200	450	380	325	415	3960	2560
1800	60	250	150	100	100	150	200	300	350	320	380	420	4580	2780

Fuente: Elaboración propia.

Muestra la cantidad de hojarasca encontrada por parcela según las fechas de muestreo.

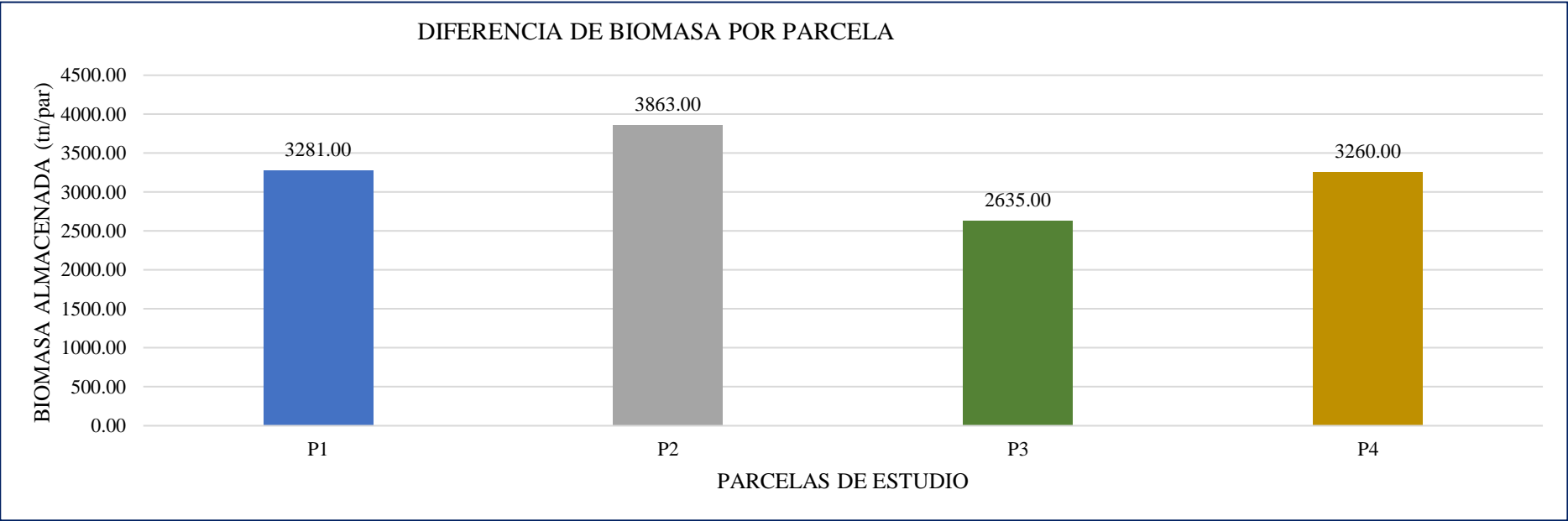


Figura 10. Diferencia de biomasa por parcela. (Fuente: Elaboración propia).

En la figura se observa que existe una diferencia leve entre cada uno de las parcelas en su capacidad de emitir biomasa muerta, al observar notamos que la parcela dos acumulo mayor cantidad de hojarasca, esto se debe a la existente diversificación de especies encontradas en ella.

### 3.1.2. Comparación productiva del potencial de carbono almacenado del bosque secundario en el sector avispa.

Tabla 10

*Promedio de especies encontradas en las parcelas demostrativas*

Nº	ESPECIE	SUMA DE DAP (cm)	SUMA DE DAP (m)	SUMA DE AB m2	SUMA HT m	SUMA DE VT cm3	SUMA DE BIOMASA Tn/espec	BAVT Tn/ha	TN CARBONO
1	Ajusquiro	73.5	0.735	0.212	7.72	0.641	0.22	1.772	7.976
2	Ana caspi	16	0.16	0.02	4.59	0.072	0.048		
3	Anis buena	36	0.36	0.102	12.05	0.963	0.108		
4	Andiraba	124.3	1.243	1.213	8.11	7.729	0.372		
5	Anonilla	92	0.92	0.363	10.04	1.422	0.276		
6	Capinuri	37.5	0.375	0.058	8.53	0.202	0.112		
7	Casho Caspi	14	0.14	0.015	3.02	0.037	0.042		
8	Cedro Masha	14	0.14	0.015	4.87	0.059	0.042		
9	Capirona	36.5	0.365	0.035	15.37	0.14	0.109		
10	Huairuro	204.5	2.045	0.311	55.38	1.254	0.613		
11	Casha Puma	19	0.19	0.028	3	0.067	0.057		
12	Catahua	182	1.82	0.309	58.83	1.632	0.545		
13	Cetico	195.5	1.955	0.283	48.12	0.949	0.586		
14	Guaryuba	14	0.14	0.015	3.17	0.038	0.042		
15	Cumala	113	1.13	0.199	25.86	0.764	0.338		
16	Espintana	156.5	1.565	0.219	38.26	0.73	0.469		
17	Iguerilla	10	0.1	0.008	5.19	0.032	0.03		
18	Estoraque	154.5	1.545	0.377	38.79	2.463	0.463		
19	Muena Amarilla	27.5	0.275	0.059	5.56	0.259	0.082		
20	Huaba	17.5	0.175	0.024	3.38	0.064	0.052		
21	Palta Buena	276.13	2.7613	0.649	45.56	1.896	0.827		
22	Requia	55	0.55	0.121	10.84	0.512	0.165		
23	Yacushapa	106.5	1.065	0.17	29.69	0.569	0.319		
24	Raya Caspi	46	0.46	0.166	4.5	0.587	0.138		
25	Lupuna	374	3.74	1.004	75.82	5.17	1.12		
26	Moena	19	0.19	0.028	3.51	0.078	0.057		
27	Timareo	68	0.68	0.126	15.82	0.546	0.204		
28	Papelillo	46	0.46	0.083	7.75	0.253	0.138		
29	Masaranduba	12	0.12	0.011	2.78	0.025	0.036		
30	Ocuera	76	0.76	0.141	17.5	0.603	0.228		
31	Lagarto Caspi	46	0.46	0.166	4.81	0.628	0.138		
32	Quillosa	39	0.39	0.119	8.02	0.752	0.117		
33	Pashaquilla	35	0.35	0.096	6.58	0.497	0.105		
34	Cormiñon Negro	32	0.32	0.08	5.57	0.352	0.096		
35	Machimango	14	0.14	0.015	3.89	0.047	0.042		
36	Pisho	93.8	0.938	0.32	18.85	1.88	0.281		
37	Puca Pashaca	73.5	0.735	0.107	20.08	0.416	0.22		

38	Rifari	62	0.62	0.077	21.33	0.317	0.186
39	Yanavara	33.5	0.335	0.048	8.44	0.175	0.1
40	Caimitillo	13	0.13	0.013	3.2	0.033	0.039
41	Nistero	19	0.19	0.028	2.5	0.056	0.057
42	Marona	55.5	0.555	0.081	14.47	0.317	0.166
43	Waskatopa	36	0.36	0.052	7.12	0.149	0.108
44	Wamansamana	102.9	1.029	0.155	25.96	0.541	0.308
45	Punga Roja	19	0.19	0.028	6.84	0.152	0.057
46	Tamora	39.5	0.395	0.042	12.04	0.139	0.118
47	Pichirina	28.1	0.281	0.031	8.94	0.108	0.084
48	Bolaina	104.5	1.045	0.189	23.82	0.807	0.313
49	Topa	190	1.9	0.371	42.37	1.568	0.569
50	Yamananasa	38	0.38	0.113	4.35	0.387	0.114
51	Punga	48	0.48	0.181	6.39	0.908	0.144
52	Muena	150	1.5	0.632	22.13	3.971	0.449
53	Oje	66	0.66	0.126	14.93	0.522	0.198
54	Pashaca	52	0.52	0.212	5.03	0.839	0.156
55	Copal	117.5	1.175	0.246	27.73	1.141	0.352
56	Sacha Yanavara	50.2	0.502	0.05	18	0.181	0.15
57	Casha Muena	64.5	0.645	0.117	17.58	0.571	0.193
58	Capinuri	50	0.5	0.196	5.35	0.825	0.15
59	Pajaro Bobo	99.8	0.998	0.156	26.72	0.635	0.299
60	Shamoja	156	1.56	0.775	19.33	3.993	0.467
61	Shapaja	348	3.48	0.892	51.61	2.689	1.042
62	Shapana Amarilla	71	0.71	0.209	16.74	1.683	0.213
63	Shapana Blanca	75.3	0.753	0.249	16.04	1.942	0.226
64	Shimbillo	361.2	3.612	0.747	86.13	3.403	1.082
65	Cormiñon	28	0.28	0.062	4.98	0.241	0.084
66	Tangarana	142	1.42	0.602	27.82	3.667	0.425
67	Tangarana Negra	76	0.76	0.235	10.15	1.018	0.228
68	Ubilla	13	0.13	0.013	4.18	0.044	0.039
69	Ucho Mullaca	21	0.21	0.035	5.63	0.153	0.063
70	Umari	23	0.23	0.042	4.68	0.153	0.069
71	Wicungo	25	0.25	0.049	5.75	0.222	0.075
72	Yaja Blanca	76.5	0.765	0.46	6.61	2.386	0.229
73	Yana Caspi	37	0.37	0.108	3.69	0.312	0.111
74	Yana vara	27	0.27	0.029	5.86	0.066	0.081
75	Yana varilla	21	0.21	0.035	4.08	0.111	0.063
76	Yanavara	27	0.27	0.029	6.12	0.069	0.081
TOTAL GENERAL		5916.7	59.167	14.987	1246.05	70.825	17.724

Fuente: Elaboración propia.

Muestra el promedio de especies encontradas en las parcelas demostrativas valores de acuerdo al inventario realizado, la biomasa general es de 1.722 Tn/ha, y el carbono capturado por la biomasa viva es de 7.796 Tn/ha.

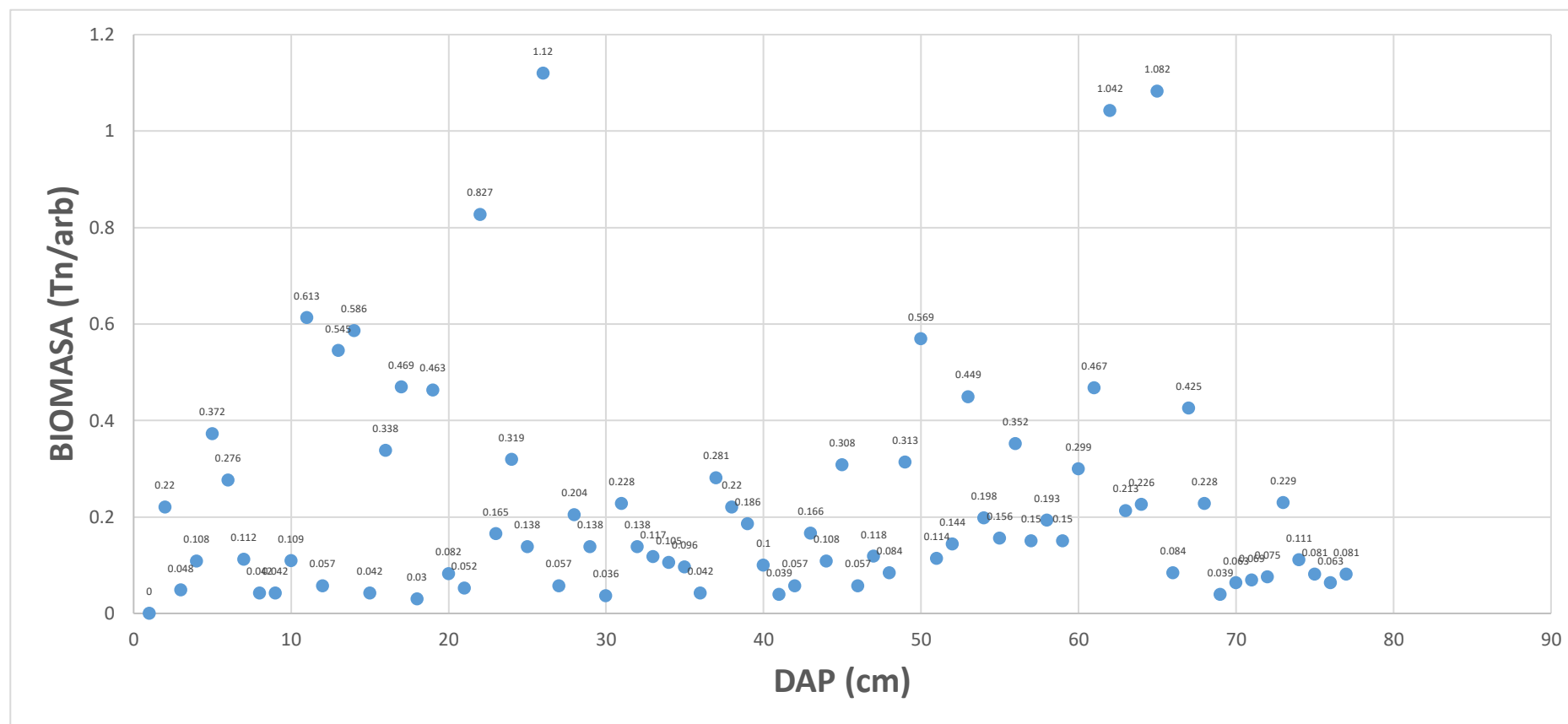




Tabla 11

*Continuación de la tabla 9, humedad, biomasa de la hojarasca, toneladas de carbono, toneladas de carbono por hectárea.*

P1	HUMEDAD	BIOMASA	TONELADAS	TON CARB.	Tn C ha <sup>-1</sup>
	0.5	1635	1.635	0.8175	8175

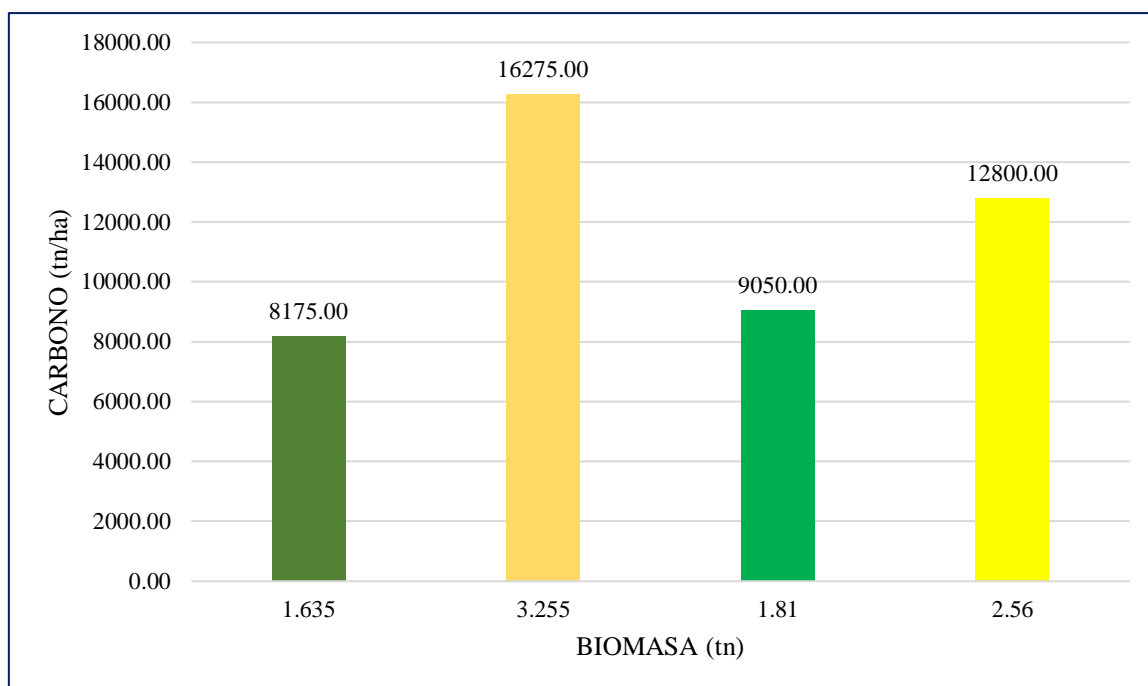
P2	HUMEDAD	BIOMASA	TONELADAS	TON CARB.	Tn C ha <sup>-1</sup>
	0.16	3255	3.255	1.6275	16275

P3	HUMEDAD	BIOMASA	TONELADAS	TON CARB.	Tn C ha <sup>-1</sup>
	0.31	1810	1.81	0.905	9050

P4	HUMEDAD	BIOMASA	TONELADAS	TON CARB.	Tn C ha <sup>-1</sup>
	0.21	2560	2.56	1.28	12800

Fuente: Elaboración propia.

Muestra la continuación de la tabla 9 con los datos de humedad, biomasa de la hojarasca, toneladas de carbono y toneladas de carbono por hectárea de la hojarasca de las parcelas demostrativas.



**Figura 12. Biomasa.** (Fuente: Elaboración propia).

Se observa que la parcela dos tuvo una capacidad mayor de capturar el carbono atmosférico, la cual va ser introducido al suelo como sustrato, para cumplir de esta manera el ciclo del carbono. Existe una diferencia pequeña en la capacidad de retención o almacenamiento de este gas de efecto invernadero entre las parcelas estudiadas.

Tabla 12

*Promedio de los valores de la biomasa muerta*

B1- B4	HUMEDAD	BIOMASA TONELADAS	TON CARB.	Tn C ha <sup>-1</sup>
	1.18	9260	9.26	46300.00

Fuente: Elaboración propia.

Muestra los valores promedio de la biomasa muerta registrada entre las parcelas demostrativas BB1, B2, B3y B4; de lo cual la humedad es de 1.18, la biomasa 9260, toneladas 9.26, toneladas de carbono 4.63 y toneladas de carbono por hectárea de 46300.00.

Tabla 13

*Comparación productiva de captura de carbono*

Cantidad total de carbono capturado de árboles en pie (Tn C ha <sup>-1</sup> )	Cantidad total de carbono capturado por la hojarasca (Tn C ha <sup>-1</sup> )
<b>7.976</b>	<b>46300.00</b>
<b>DIFERENCIA</b>	<b>46292.024 Tn C ha<sup>-1</sup></b>

Fuente: Elaboración propia.

### 3.1.3. Contribución como sumidero frente al cambio climático como bosque secundario en la captura de carbono.

Tabla 14

*Análisis de varianza*

PARCELAS	DAP	CARBONO
<b>P1</b>	<b>0.22</b>	<b>0.029598</b>
<b>P2</b>	<b>0.26119</b>	<b>0.035208</b>
<b>P3</b>	<b>0.25</b>	<b>0.034273</b>
<b>P4</b>	<b>0.231527</b>	<b>0.031209</b>

Tabla 15

*Análisis de varianza de dos factores con una sola muestra por grupo*

RESUMEN	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
P1	2	0.249598	0.124799	0.018126
P2	2	0.296398	0.148199	0.025534
P3	2	0.284273	0.1421365	0.023269
P4	2	0.262736	0.131368	0.020064
DAP	4	0.962717	0.2406793	0.00034
CARBONO	4	0.130288	0.032572	6.85E-06

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Filas	0.0006636	3	0.0002212	1.76569	0.326028	9.276628
Columnas	0.0866173	1	0.0866173	691.357	0.000121	10.12796
Error	0.0003759	3	0.0001253			
Total	0.0876568	7				

Al evaluar su contribución como sumidero frente al cambio climático por la captura de carbono en el área de estudio, observamos que la forma más óptima para almacenar el carbono es la hojarasca, según el muestreo y el análisis en el procesamiento de datos, pudimos apreciar una diferencia significativa y mayor al de la captura de árboles en pie por medio de la biomasa viva; por tanto podemos afirmar, que un bosque secundario en el sector lago avispa del distrito de Requena, tiene la capacidad de poder mitigar los efectos del cambio climático mediante la retención y reinserción del carbono como biomasa viva o biomasa muerta, ya que este es el gas de efecto invernadero de mayor proporción emitida a la atmosfera por la actividad antropogénica y en menor proporción por medios naturales.

### 3.2.Discusiones

En las parcelas 02 y 04, se encontró mayor número de especies arbolesas las cuales fueron evaluadas. La parcela 01 muestra una mayor cantidad de individuos por especie lo cual permitió obtener una biomasa general de 0.618 Tn/ha, y observamos un resultado elevado en la captura de carbono como biomasa viva de 2.782 Tn/ha.

Farrel, & Altieri (1999), menciona que la cantidad de biomasa acumulada por el crecimiento de los árboles en los bosques disminuye gradualmente conforme aumenta la edad del bosque, y por lo tanto, su potencial de secuestro de carbono también disminuye. Esto no quiere significar que los bosques en las distintas etapas de crecimiento no fijen carbono.

La estimación adecuada de la biomasa de un bosque, es un elemento de gran importancia debido a que este permite determinar los montos de carbono y otros elementos químicos existentes en cada uno de sus componentes y así mismo representa a cantidad potencial de carbono que puede ser liberado a la atmosfera, conservado o fijado por una determinada superficie, cuando los bosques son manejados para alcanzar los compromisos de mitigación de gases de efecto invernadero. (Brown.1996)

La mayor capacidad de capturar carbono en un bosque secundario en el sector Lago Avispa, lo determino la hojarasca (**46300.00 Tn C ha<sup>-1</sup>**), por la capacidad de acumular

grandes cantidades de biomasa y atrapar en ella el carbono, esto también se da por variabilidad de especies de árboles halladas en el área de estudio, ya que algunas cambian constantemente sus hojas, y otras especies que son estacionales, el carbono capturado es reinsertado al suelo en forma de materia orgánica degradada, que sirve como sustrato para la nueva generación de plantas que sustituirán a aquellos que cumplieron su ciclo.

La toma de acción para la captura de carbono bajo el protocolo de Kyoto u otro tratado post- Kyoto no solo estimulará cambios importantes en el manejo del suelo, sino que también, por medio de un incremento en el contenido de materia orgánica tendrá efectos significativos directos en sus propiedades y un impacto positivo sobre las cualidades ambientales o agrícolas y sobre la biodiversidad. Las consecuencias incluirán una mayor fertilidad del suelo y productividad de la tierra para la producción de alimentos y para la seguridad alimentaria. Esta herramienta económica también hará que las prácticas agrícolas sean más sostenibles y ayudará a prevenir o mitigar la degradación de los recursos de la tierra. (FAO 2002).

Los bosque en el sector Lago Avispa, brinda una gran contribución como sumideros de carbono, ayudando significativamente a amortiguar los efectos del cambio climático; existen una diferencia muy significativa en capturar o retener el carbono, entre la biomasa viva y la hojarasca (Biomasa muerta), pero al estimar de manera conjunta la capacidad de incorporar y retener el carbono atmosférico, notamos un gran potencial en estos bosques, los cuales deben ser aprovechados como herramientas económicas que permitirán en desarrollo de las poblaciones locales dentro de su ámbito de influencia.

Ramírez (1994), estimó la valoración del almacenamiento de carbono entre distintos métodos de manejo sostenible de bosques secundarios en donde determino que un bosque secundario sin manejo o tratamiento es la mejor alternativa para una propuesta de sumidero de carbono en comparación con las otras opciones que no ofrecen adecuados rendimientos si se planteara una compensación por secuestro de carbono.

## CONCLUSIONES

En el estudio comprendió una hectárea de bosque secundario del sector Lago Avispa, se logró identificar los árboles en pie para su respectivo análisis y procesamiento de datos en donde se obtuvo así un total de 251 árboles, y un total de 9.26 toneladas biomasa por medio de la hojarasca.

En las cuatro parcelas estudiadas dentro del área de influencia se encontraron 251 árboles, que hacen un total de **1.772 Tn/ha** de biomasa viva, que capturo **7.976 Tn C ha<sup>-1</sup>**. El área de estudio fue muy heterogénea en la captura de carbono por parcela, mostrando diferencia entre cada uno de ellas, y una homogeneidad en la biomasa almacenada por árbol dentro de cada parcela.

En el área de estudio, se encontró diferencias entre parcelas en la captura de carbono por la biomasa viva y hojarasca. La parcela numero 01 representativamente capturo más carbono (**2.782 Tn**) como biomasa viva, esto se debe a la cantidad de árboles encontrados durante la toma de datos, así mismo la parcela numero 02 eficientemente capturo como biomasa muerta, más carbono (**16275.00 Tn C ha<sup>-1</sup>**), que las demás parcelas muestreadas.

La diferencia existente entre la cantidad de carbono almacenado, capturado o fijado por la productividad de biomasa de árboles en pie y de la hojarasca, es altamente significativa, esto quiere decir que el carbono capturado (**7.976 Tn C ha<sup>-1</sup>**), por la biomasa de los árboles en pie, es menor al carbono capturado (**46300.00 Tn C ha<sup>-1</sup>**) por la hojarasca o biomasa muerta, la diferencia entre la efectividad de captura de este gas de efecto invernadero es **46292.024 Tn C ha<sup>-1</sup>**.

La captura de carbono por los bosques en el sector Lago Avispa ofrece muchos beneficios, entre ellos mejorar la fertilidad de los suelos mediante la incorporación del carbono como materia orgánica, que ayudan al desarrollo de otras especies de plantas en su desarrollo y con ello a mejorar la calidad del ambiente, y prevenir los efectos que viene generando el cambio climático y fortaleciendo la biodiversidad.

## RECOMENDACIONES

- ✓ La Municipalidad Provincial de Requena el SERNANP e instituciones privadas de formación profesional, se recomienda realizar repeticiones del presente estudio para comparar resultados en el tiempo y validar de manera irrefutable la metodología empleada.
- ✓ La involucración del sector privado en todos los proyectos de investigación de protección y conservación de nuestros bosques y ecosistemas de la provincia de Requena, es importante, sobre todo en aquellas zonas donde la deforestación se ha dado de manera masiva.
- ✓ Es necesario fomentar de manera consecutiva, campañas de educación ambiental, para sensibilizar e involucrar a la población en la conservación de los bosques existentes en este sector, los cuales se van recuperando de manera óptima, pero existe una presión constante en la sustracción de sus recursos, es por ello se recomienda trabajar conjuntamente con la población en el desarrollo de actividades de reforestación.
- ✓ La promoción de la conservación de los bosques es necesario, con el tiempo esta actividad esconde un gran beneficio de desarrollo económico, se recomienda a entidades estatales fomentar y desarrollar proyectos que promuevan la conservación de la biodiversidad como fuente de ingreso económico y beneficio social para un desarrollo armonioso de la población presente y futura.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alegre, & Ricse. Reservas de Carbono con diferentes sistemas de uso de la tierra en dos sitios de la Amazonía peruana.
- Alegría R. Diana (2012), “Evaluación de las características Dendrológicas de especies pioneras en área recuperada del centro de producción e investigación Pabloyacu-Moyobamba-2011 Perú”. Tesis UNSM – T. Moyobamba- Perú
- Arévalo L. Doris M. y Reátegui K. Erick V. (2012), “Evaluación de la diversidad forestal en el centro de producción e investigación Pabloyacu, 2011”. Tesis UNSM – T. Moyobamba- Perú
- Alpízar, William (1996). Proceso Metodológico para la Cuantificación de Carbono de la Biomasa en pie en Bosque Natural y sus estimaciones de no emisión y fijación. Oficina Costarricense de Implementación Conjunta (OCIC). Versión en mimeógrafo, sin numeración de páginas.
- Barsev, R. (2002). “Guía metodológica de valoración económica de bienes y servicios ambientales, un aporte para gestión de ecosistemas y recursos naturales en el CBM (corredor biológico mesoamericano)”.
- Blasco Fidel (2003) “Evaluación de Biomasa en Bosques Tropicales “Amazónicos”- Colombia.
- Benitez, P. *et al.* Análisis costo beneficio de usos del suelo y fijación del Carbono en sistemas forestales. Informe Técnico. Eschbom, Alemania, 2001. p. 290-293.
- Brown, Sandra. Estimating biomass and biomass change of tropical forest: a primer. Roma: FAO, Montes 134, 1997. 55 p.
- Brown, Sthaye, Cannell, Kauppi. (1996). Mitigation of carbón emission to the atmosphere by forest management. Commonwealth Forestry Review. 75(1): 80-90
- Camacho, & Ariosa, (2000). *Dictionary of environmental terms*. Cuba: Felix Varela Center.
- Castellanos J, Maass M, Kummerow J (1991) Root biomass of a dry deciduous tropical forest in Mexico
- Calzada Benza, (1995). “Métodos estadísticos aplicados a la investigación “agrícola”. Lima-Perú.
- Ciesla, M. W. (1996). Cambio climático, bosques y ordenación forestal: una visión de conjunto. FAO. Roma Italia.



- Concha, Juanita Y., Alegre, Julio C. y Pocomucha, Vicente. Determinación de las reservas de carbono en la biomasa aérea de sistemas agroforestales de *Theobroma cacao* L. En el Departamento de San Martín, Perú. *Ecol. apl.* [online]. dic. 2007, vol.6, no.1-2 [citado 11 Noviembre 2010], p.75-82. Disponible
- Callo-Concha; Krishnamurthy; Alegre. (2000) “Secuestro de carbono por sistemas agroforestales amazónicos”
- DEVIDA, (2001) “Lineamiento para la Gestión Forestal”.
- Eguren, Lorenzo. El mercado de Carbono en América Latina y el Caribe: Balance y perspectivas. Santiago de Chile: CEPAL, 2004. 83 p. (Serie Medio Ambiente y Desarrollo).
- Erickson, J. El efecto invernadero: el desastre del mañana, hoy. Madrid: Mc Graw-Hill I/ Interamericana, 1992. 217 p.
- Euridice N. Honorio C. Timothy R. Baker- Octubre 2010- Manual para el monitoreo del ciclo de carbono en Bosque Amazónico.
- Farrel, & Altieri. Sistemas agroforestales. En: ALTIERI, Miguel. Agroecología. Bases científicas para una agricultura sustentable. Montevideo: Nordan-Comunidad, 1999. p. 229-243.
- Fassbender, (1993). Modelos edafológicos de sistemas agroforestales. 2ª. Ed. INFORAT, Centro Agronómico Tropical de investigación y enseñanza, proyecto agroforestal CATIE/GTZ, Serie de materiales de enseñanza. No. 29.491p.
- FSC (1996). Principios y Criterios para El Manejo de Bosques Naturales. Forest Stewardship Council Documento N.o 12, enero, 1996.
- FAO. (2001). “Situación de los bosques del mundo”.
- FAO. (2002) “Captura de carbono en los suelos para un mejor manejo de la tierra”.
- FAO. (2015). “Mejorar la contribución de los productos forestales no maderables a la seguridad alimentaria en los países de África Central”.
- Fonseca G; Federico, E., Montero, J., Toruño, H: y Lebank, H. (2008). Acumulación de biomasa y carbono en bosques secundarios y plantaciones forestales *Vochisya guatemalensis* e *Hieronyma alcherneoides* en el Caribe de Costa Rica.
- García-Oliva & Maass. (1998). Efecto de la transformación de la selva a pradera sobre la dinámica de los nutrientes en un ecosistema tropical estacional en México.
- Godoy, J.C. *et al.* Análisis económico y financiero de los incentivos a la reforestación implementados en Costa Rica. En: congreso latinoamericano iufro (1o.: Valdivia, 1998) Actas del I Congreso Latinoamericano IUFRO Chile: IUFRO, 1998.

- Gurus. (2004). [Citado 2 nov. 2010]. Disponible en internet: Gutiérrez V.H. y Lopera G.J. [en línea]. Metodología para la cuantificación de existencias y flujo de Carbono en plantaciones forestales. En: simposio internacional: medición y monitoreo de la captura de carbono en ecosistemas forestales. (2002, Valdivia). Valdivia: Universidad Austral de Chile, 2002. [Citado el 17 de oct de 2009].
- Jackson, (1964). "Análisis Químico de Suelos". Ed. OMEGA S.A. Barcelona.
- Jager, (2001), "Estimación del valor de los servicios que prestan los Bosques, valoración económica".
- Jenny, Bingham y Padilla, Saravia (2008) "Determinación de la cantidad de residuos vegetales presentes en la superficie de los suelos bajo bosques naturales de la Amazonía Peruana"
- IPCC (1996). Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories: Workbook and Reference Manual Revised Version, 1996. UNEP, WMO. Module 1, 4, 5.
- Locatelli, (1999). Bosques tropicales y ciclo del carbono. Trad. Por Virginia Cruz y Oguer Reyes. Proyecto ambiental Nicaragua Finlandia, Ministerio del ambiente y los recursos naturales. Managua, NI. 49 p.
- López, A. Aporte de los sistemas silvopastoriles al secuestro de Carbono en el suelo. Turrialba, 1998. 50 p. Trabajo de grado (Magíster Scientiae). Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza CATIE.
- Macdicken, (1997). A guide to monitoring carbon storage in forestry and agroforestry projects. Forest Carbon Monitoring Program. S.L.: Winrock International Institute for Agricultural Development. 84 p.
- Malleux, (1992). "Inventario Forestal En Bosques Tropicales". Universidad Agraria La Molina.
- Martel Carlos y Cairampoma Lianka. (2014). Cuantificación del carbono almacenado en formaciones vegetales amazónicas en "CICRA", Madre de Dios (Perú) Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Apartado 140434, Lima-Perú
- Montoya, y Tipper, (1995). Cuadernos de trabajo 4: Desarrollo forestal sustentable: Captura de carbono en las zonas tzeltal y tojolabal del estado de Chiapas. Instituto Nacional de Ecología. 50 p.
- Mostacedo, (2006). Daños al bosque bajo diferentes sistemas silviculturales e intensidades de aprovechamiento forestal en dos bosques tropicales de Bolivia. Documento Técnico #1. Instituto Boliviano de Investigación Forestal, Santa Cruz, Bolivia

- Ñique, (2008). Ecología agrícola y ecosistemas agroforestales, centro agronómico tropical de investigación y enseñanza. Bogotá, Colombia.
- Olguín, (2001). Incorporación de la captura de carbono como propuesta de manejo forestal integral: Estudio de caso en una comunidad de la Meseta Purépecha. Tesis de licenciatura. Facultad de Ciencias, UNAM.
- Ordoñez, José. Captura de Carbono en un bosque templado: el caso de San Juan Nuevo, Michoacán. México D.F: Instituto Nacional de Ecología, 1999. 81 p.
- Ortiz, Edgar, (2006). Técnicas para la estimación del crecimiento y rendimiento de árboles individuales y bosques. Cartago: Instituto Tecnológico de Costa Rica, no. 16,1993. 71 p.
- Petteri Seppänen (2003), Costo de la captura de carbono en plantaciones de Eucalipto en el trópico.
- Pinto. F. V.A. (2009). Evaluación y valoración cuantitativa de la masa arbórea de una ha. De bosque secundario en el centro de producción Pabloyacu. Tesis UNSM – T. Moyobamba- Perú
- PNUMA (2000). División de Información, Evaluación Ambiental y Alerta Temprana - DIEA&AT.
- PNUMA (1998). Evaluación relativa a América Latina y el Caribe (1998-1999)
- Ramírez O. A; Finnegan B. Rodríguez I. Y Ortiz r. (1994), Evaluación económica del servicio ambiental de almacenamiento de carbono: El caso de un bosque húmedo tropical bajo diferentes estrategias del Manejo Sostenible. En análisis económico de impactos ambientales. Centro Agronómico Tropical de Investigación y enseñanza (CATIE). Editado por Dixon J.A; Fallon Scura L; Carpenter R.A y Sherman P.B. Edición Latinoamericana. Turrialba, Costa Rica.
- Robert, (2002). Captura de carbono en los suelos para un mejor manejo de la tierra. Informe sobre recursos mundiales de suelos N°. 96. FAO. Roma, IT. 61 p.
- Romero & Zúñica. (2005). Métodos estadísticos en Ingeniería – Universidad Politécnica de Valencia - Technology & Engineering.
- Sabogal, (2008).” Estudio de caracterización ecológica silvicultura del Bosque Copal Jenaro Herrera. Lima, Perú, Universidad Nacional Agraria La Molina”, citado por Méndez, J; Sáenz.
- Salati, (1990). Los Posibles Cambios Climáticos en América Latina y el Caribe y sus Consecuencias.

- Sarmiento, (2001). Diccionario de Ecología de Paisajes, Conservación y Desarrollo Sustentable para Latinoamérica. Editorial Abya-Yala. Ecuador.
- Torres, J., Mena, V. y Alvarez, E. (2017) “Carbono aéreo almacenado en tres bosques del Jardín Botánico del Pacífico, Chocó, Colombia”
- Tuesta, (2006). Evaluación y valoración cuantitativa de especies forestales en un bosque secundario en el centro de producción Pabloyacu. Tesis UNSM – T. Moyobamba-Perú
- Villacis del C. Susana (2010), “Caracterización Forestal existente en un bosque secundario del centro e investigación Pabloyacu, para su manejo integral 2009”, Moyobamba-Perú. Tesis UNSM – T. Moyobamba- Perú.
- Wadsworth, F.H. (2000). Producción forestal para América Tropical. Manual de agricultura 710-S. United States Department of Agriculture (USDA), Forest Service. Washington DC, US. 563 p.
- White, A.; Cannel, M. G. R.; Freind, A. D. (2000) CO<sub>2</sub> stabilization, climate change and terrestrial carbon sink. *Global change Biology* 6(7): 817 – 833.

## **ANEXOS**

## **Anexo 01: Panel fotográfico**



***Fotografía 1:*** Reconocimiento del área de estudio



***Fotografía 2:*** Elaboración de la trocha.





**Fotografía 3:** Delimitación del área de estudio.



**Fotografía 4, 5, 6:** Especies encontradas en el área de estudio.



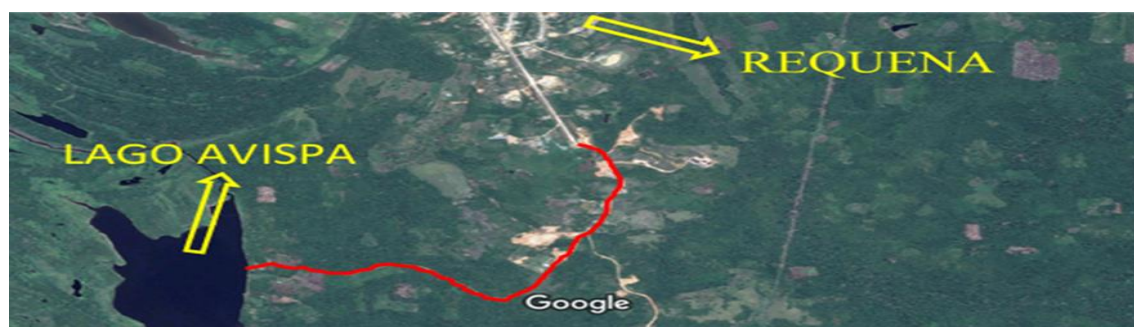
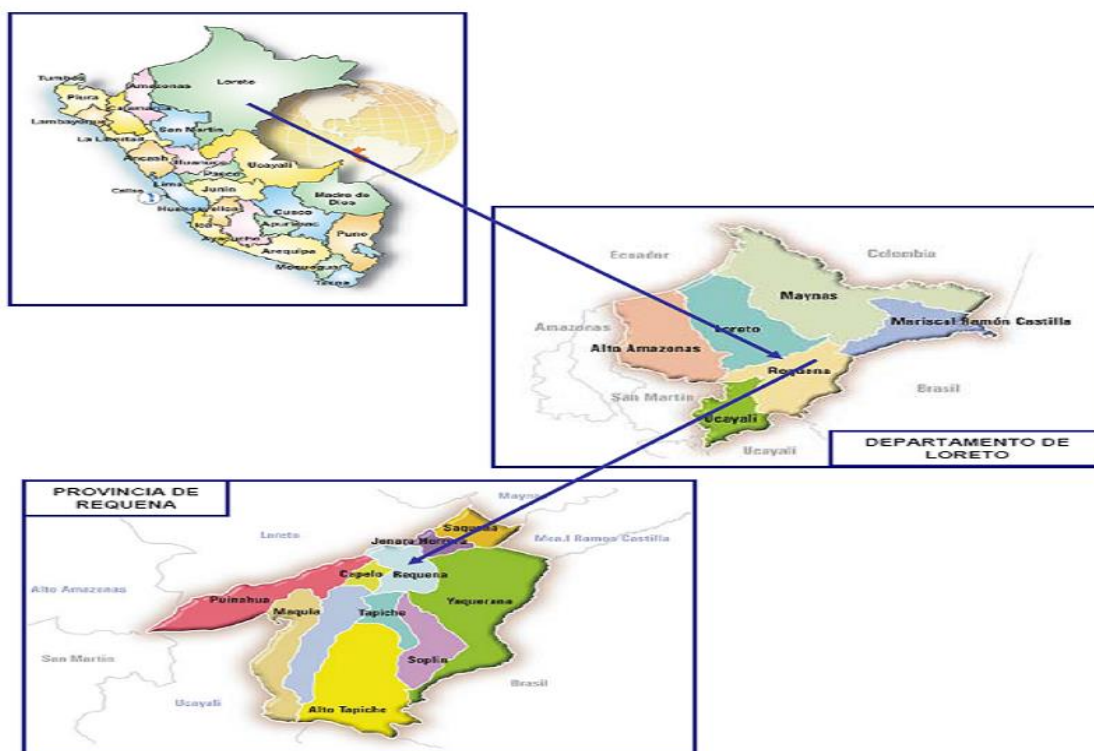


*Fotografía 07, 08:* Recolección de la biomasa muerta (hojarasca)



## Anexo 02: Macro localización del proyecto

ESQUEMAS DE UBICACIÓN DEL PROYECTO



**Anexo 03: Tabla original de valores totales de las especies en pie.**

N°	Especie	DAP [cm]	DAP [m]	AB	HT	VT	BIOMASA	BAVT	CARBONO
1	Azahar Quiro	23.00	0.23	0.042	4.67	0.152	0.069	0.069	0.031
2	Azahar Quiro	14.50	0.15	0.017	3.86	0.050	0.043	0.043	0.01955
3	Capirona	11.50	0.12	0.010	5.90	0.048	0.034	0.034	0.0155
4	Capirona	13.00	0.13	0.013	4.91	0.051	0.039	0.039	0.01752
5	Casha Puma	16.00	0.16	0.020	5.13	0.081	0.048	0.048	0.02157
6	Casha Puma	18.00	0.18	0.025	4.90	0.098	0.054	0.054	0.02426
7	Casha Puma	11.00	0.11	0.010	4.34	0.032	0.033	0.033	0.01483
8	Casha Puma	20.00	0.20	0.031	4.93	0.122	0.060	0.060	0.02696
9	Casha Puma	17.00	0.17	0.023	6.25	0.111	0.051	0.051	0.02292
10	Casha Puma	26.00	0.26	0.053	6.46	0.269	0.078	0.078	0.03505
11	Casha Puma	18.00	0.18	0.025	4.72	0.094	0.054	0.054	0.02426
12	Casha Puma	22.50	0.23	0.040	5.20	0.162	0.067	0.067	0.03033
13	Casha Puma	15.50	0.16	0.019	6.07	0.090	0.046	0.046	0.02089
14	Casha Puma	21.50	0.22	0.036	4.64	0.132	0.064	0.064	0.02898
15	Casha Puma	19.00	0.19	0.028	2.74	0.061	0.057	0.057	0.02561
16	Espintana Negra	10.00	0.10	0.008	5.19	0.032	0.030	0.030	0.01348
17	Estoraque	56.00	0.56	0.246	10.10	1.954	0.168	0.168	0.07549
18	Estoraque	14.00	0.14	0.015	4.51	0.055	0.042	0.042	0.01887
19	Estoraque	19.00	0.19	0.028	6.42	0.143	0.057	0.057	0.02561
20	Estoraque	15.00	0.15	0.018	3.69	0.051	0.045	0.045	0.02022
21	Estoraque	21.00	0.21	0.035	4.49	0.122	0.063	0.063	0.02831
22	Estoraque	12.50	0.13	0.012	4.02	0.039	0.037	0.037	0.01685
23	Estoraque	17.00	0.17	0.023	5.56	0.099	0.051	0.051	0.02292
24	Huicungo	45.00	0.45	0.159	2.99	0.373	0.135	0.135	0.06066
25	Huicungo	15.00	0.15	0.018	3.69	0.051	0.045	0.045	0.02022
26	Huicungo	18.00	0.18	0.025	4.66	0.093	0.054	0.054	0.02426
27	Huicungo	13.50	0.14	0.014	5.97	0.067	0.040	0.040	0.0182
28	Latapi	31.00	0.31	0.075	5.36	0.318	0.093	0.093	0.04179
29	Latapi	24.00	0.24	0.045	5.48	0.195	0.072	0.072	0.03235
30	Leche Caspi	11.00	0.11	0.010	5.74	0.043	0.033	0.033	0.01483
31	Leche Caspi	13.00	0.13	0.013	6.99	0.073	0.039	0.039	0.01752
32	Leche Caspi	13.00	0.13	0.013	5.85	0.061	0.039	0.039	0.01752
33	Lupuna	56.00	0.56	0.246	8.49	1.642	0.168	0.168	0.07549
34	Lupuna	18.00	0.18	0.025	4.35	0.087	0.054	0.054	0.02426
35	Pisho	58.80	0.59	0.272	7.88	1.681	0.176	0.176	0.07926
36	Pisho	19.00	0.19	0.028	4.10	0.091	0.057	0.057	0.02561
37	Pisho	16.00	0.16	0.020	6.87	0.108	0.048	0.048	0.02157
38	Puca Pashaca	19.00	0.19	0.028	5.68	0.126	0.057	0.057	0.02561

39	Puca Pashaca	16.00	0.16	0.020	5.66	0.089	0.048	0.048	0.02157
40	Puca Pashaca	18.50	0.19	0.027	4.39	0.093	0.055	0.055	0.02494
41	Puca Pashaca	20.00	0.20	0.031	4.35	0.107	0.060	0.060	0.02696
42	Puca Shimbillo	12.00	0.12	0.011	5.90	0.052	0.036	0.036	0.01618
43	Puca Shimbillo	16.00	0.16	0.020	5.78	0.091	0.048	0.048	0.02157
44	Puca Shimbillo	16.00	0.16	0.020	4.60	0.073	0.048	0.048	0.02157
45	Puca Shimbillo	18.00	0.18	0.025	5.05	0.101	0.054	0.054	0.02426
46	Puma Brasa	12.00	0.12	0.011	3.32	0.029	0.036	0.036	0.01618
47	Puma Brasa	21.50	0.22	0.036	5.12	0.146	0.064	0.064	0.02898
48	Sacha Capirona	12.00	0.12	0.011	3.04	0.027	0.036	0.036	0.01618
49	Sacha Capirona	11.00	0.11	0.010	4.07	0.030	0.033	0.033	0.01483
50	Sacha Capirona	28.90	0.29	0.066	4.06	0.209	0.087	0.087	0.03896
51	Sacha Capirona	19.00	0.19	0.028	5.99	0.133	0.057	0.057	0.02561
52	Sacha Capirona	17.00	0.17	0.023	4.71	0.084	0.051	0.051	0.02292
53	Sacha Capirona	15.00	0.15	0.018	4.09	0.057	0.045	0.045	0.02022
54	Sacha Chuchuhuasi	13.60	0.14	0.015	4.91	0.056	0.041	0.041	0.01833
55	Sacha Chuchuhuasi	14.50	0.15	0.017	4.03	0.052	0.043	0.043	0.01955
56	Sacha Tamaruri	32.00	0.32	0.080	5.48	0.346	0.096	0.096	0.04314
57	Sacha Tamaruri	19.00	0.19	0.028	5.32	0.118	0.057	0.057	0.02561
58	Sacha Tamaruri	15.00	0.15	0.018	4.13	0.057	0.045	0.045	0.02022
59	Sacha Uvilla	29.00	0.29	0.066	4.28	0.222	0.087	0.087	0.03909
60	Sacha Uvilla	19.00	0.19	0.028	6.04	0.135	0.057	0.057	0.02561
61	Sacha Uvilla	37.50	0.38	0.110	6.89	0.598	0.112	0.112	0.05055
62	Sacha Uvilla	19.00	0.19	0.028	6.53	0.145	0.057	0.057	0.02561
63	Sacha Uvilla	13.00	0.13	0.013	3.99	0.042	0.039	0.039	0.01752
64	Sacha Yanavara	11.00	0.11	0.010	3.66	0.027	0.033	0.033	0.01483
65	Sacha Yanavara	15.00	0.15	0.018	4.35	0.060	0.045	0.045	0.02022
66	Sacha Yanavara	11.20	0.11	0.010	3.89	0.030	0.034	0.034	0.0151
67	Sacha Yanavara	13.00	0.13	0.013	6.10	0.064	0.039	0.039	0.01752
68	Santa Maria	12.80	0.13	0.013	4.66	0.047	0.038	0.038	0.01725
69	Santa Maria	15.00	0.15	0.018	6.89	0.096	0.045	0.045	0.02022
70	Santa Maria	33.00	0.33	0.086	5.88	0.395	0.099	0.099	0.04448
71	Shamoja	55.00	0.55	0.238	7.20	1.344	0.165	0.165	0.07414
72	Shamoja	80.00	0.80	0.503	6.31	2.491	0.240	0.240	0.10784

73	Shamoja	21.00	0.21	0.035	5.82	0.158	0.063	0.063	0.02831
74	Shimbillo	37.30	0.37	0.109	5.07	0.435	0.112	0.112	0.05028
75	Shimbillo	10.00	0.10	0.008	2.88	0.018	0.030	0.030	0.01348
76	Shimbillo	13.40	0.13	0.014	5.24	0.058	0.040	0.040	0.01806
77	Shimbillo	33.00	0.33	0.086	4.45	0.299	0.099	0.099	0.04448
78	Shimbillo	13.00	0.13	0.013	4.50	0.047	0.039	0.039	0.01752
79	Shimbillo	20.00	0.20	0.031	4.67	0.115	0.060	0.060	0.02696
80	Shimbillo	13.00	0.13	0.013	4.35	0.045	0.039	0.039	0.01752
81	Shimbillo	37.00	0.37	0.108	8.40	0.709	0.111	0.111	0.04988
82	Shimbillo	21.00	0.21	0.035	4.39	0.119	0.063	0.063	0.02831
83	Shimbillo	31.00	0.31	0.075	6.35	0.376	0.093	0.093	0.04179
84	Shimbillo	12.00	0.12	0.011	5.72	0.051	0.036	0.036	0.01618
85	Shimbillo	43.00	0.43	0.145	6.69	0.763	0.129	0.129	0.05796
86	Shimbillo	13.00	0.13	0.013	5.40	0.056	0.039	0.039	0.01752
87	Shimbillo	21.00	0.21	0.035	5.10	0.139	0.063	0.063	0.02831
88	Shimbillo	14.50	0.15	0.017	6.35	0.082	0.043	0.043	0.01955
89	Shimbillo	17.00	0.17	0.023	3.47	0.062	0.051	0.051	0.02292
90	Tangarana	82.00	0.82	0.528	8.19	3.397	0.246	0.246	0.11053
91	Tangarana	11.00	0.11	0.010	5.36	0.040	0.033	0.033	0.01483
92	Tangarana	13.00	0.13	0.013	5.03	0.052	0.039	0.039	0.01752
93	Tangarana Negra	31.00	0.31	0.075	3.80	0.225	0.093	0.093	0.04179
94	Tangarana Negra	45.00	0.45	0.159	6.35	0.793	0.135	0.135	0.06066
<b>TOTAL</b>			20.64	<b>TOTAL</b>					2.78224
<b>PROMEDIO</b>			0.22	<b>PROMEDIO</b>					0.0296
1	Sacha pandisho	17.00	0.17	0.023	2.63	0.047	0.051	0.051	0.02292
2	ocra baja	12.00	0.12	0.011	2.78	0.025	0.036	0.036	0.01618
3	huaba	17.50	0.18	0.024	3.38	0.064	0.052	0.052	0.02359
4	bellaco caspa	14.00	0.14	0.015	3.02	0.037	0.042	0.042	0.01887
5	tangarana	19.00	0.19	0.028	2.95	0.066	0.057	0.057	0.02561
6	Lupuna	15.50	0.16	0.019	3.55	0.053	0.046	0.046	0.02089
7	lupuna	22.00	0.22	0.038	4.15	0.124	0.066	0.066	0.02966
8	Lupuna	23.00	0.23	0.042	4.44	0.145	0.069	0.069	0.031
9	ana caspi	16.00	0.16	0.020	4.59	0.072	0.048	0.048	0.02157
10	puna brasa	13.00	0.13	0.013	3.20	0.033	0.039	0.039	0.01752
11	sacha plata	29.00	0.29	0.066	4.27	0.222	0.087	0.087	0.03909
12	sacha plata	17.50	0.18	0.024	2.82	0.053	0.052	0.052	0.02359
13	yana vara	13.50	0.14	0.014	2.93	0.033	0.040	0.040	0.0182
14	yana vara	13.50	0.14	0.014	2.93	0.033	0.040	0.040	0.0182
15	cumala	13.00	0.13	0.013	4.35	0.045	0.039	0.039	0.01752
16	cumala	33.00	0.33	0.086	5.88	0.395	0.099	0.099	0.04448
17	Santa Maria	13.00	0.13	0.013	3.09	0.032	0.039	0.039	0.01752

18	Santa Maria	13.00	0.13	0.013	3.09	0.032	0.039	0.039	0.01752	
19	gota percha	27.50	0.28	0.059	5.56	0.259	0.082	0.082	0.03707	
20	espintana	16.00	0.16	0.020	2.94	0.046	0.048	0.048	0.02157	
21	espintana	18.00	0.18	0.025	3.17	0.063	0.054	0.054	0.02426	
22	espintana	15.00	0.15	0.018	3.28	0.046	0.045	0.045	0.02022	
23	ajusquiro	37.00	0.37	0.108	2.90	0.245	0.111	0.111	0.04988	
24	sacha pura	38.00	0.38	0.113	4.35	0.387	0.114	0.114	0.05122	
25	anunilla	60.00	0.60	0.283	4.96	1.101	0.180	0.180	0.08088	
26	anunilla	32.00	0.32	0.080	5.08	0.321	0.096	0.096	0.04314	
27	sacha ubilla	52.00	0.52	0.212	5.03	0.839	0.156	0.156	0.0701	
28	moena	19.00	0.19	0.028	3.51	0.078	0.057	0.057	0.02561	
29	pashaquiro	39.00	0.39	0.119	8.02	0.752	0.117	0.117	0.05257	
30	papa hiya	46.00	0.46	0.166	4.81	0.628	0.138	0.138	0.06201	
31	Shimicua	28.00	0.28	0.062	4.98	0.241	0.084	0.084	0.03774	
32	yana varilla	21.00	0.21	0.035	4.08	0.111	0.063	0.063	0.02831	
33	sachasapote	50.00	0.50	0.196	5.35	0.825	0.150	0.150	0.0674	
34	remucaspi	19.00	0.19	0.028	2.50	0.056	0.057	0.057	0.02561	
35	lipuna colorada	46.00	0.46	0.166	4.50	0.587	0.138	0.138	0.06201	
36	pava wira	35.00	0.35	0.096	6.58	0.497	0.105	0.105	0.04718	
37	huicungo	44.00	0.44	0.152	3.54	0.423	0.132	0.132	0.05931	
38	huicungo	35.00	0.35	0.096	3.58	0.271	0.105	0.105	0.04718	
39	anacaspi	36.00	0.36	0.102	12.05	0.963	0.108	0.108	0.04853	
40	shapaja	30.00	0.30	0.071	3.76	0.209	0.090	0.090	0.04044	
41	shapaja	25.00	0.25	0.049	4.61	0.178	0.075	0.075	0.0337	
42	shapaja	14.00	0.14	0.015	7.31	0.088	0.042	0.042	0.01887	
TOTAL			10.97	94.52	TOTAL			3.2861	3.2861	1.47874
PROMEDIO			0.261	0.054	PROMEDIO			0.0782	0.0782	0.03521
1	Ajusquiro	36.5	0.37	0.105	4.82	0.396	0.109	0.109	0.0492	
2	Aninillo	124.3	1.24	1.213	8.11	7.729	0.372	0.372	0.16755	
3	Bellaco caspi	14	0.14	0.015	4.87	0.059	0.042	0.042	0.01887	
4	Cetico	17	0.17	0.023	3.21	0.057	0.051	0.051	0.02292	
5	Cetico	17	0.17	0.023	3.92	0.070	0.051	0.051	0.02292	
6	Cetico	17	0.17	0.023	3.79	0.068	0.051	0.051	0.02292	
7	Cetico	17	0.17	0.023	3.68	0.066	0.051	0.051	0.02292	
8	Cumala	12.5	0.13	0.012	4.45	0.043	0.037	0.037	0.01685	
9	Cumala	14.5	0.15	0.017	2.83	0.037	0.043	0.043	0.01955	
10	Cumala	12.5	0.13	0.012	3.94	0.038	0.037	0.037	0.01685	
11	Espintana	18	0.18	0.025	3.57	0.071	0.054	0.054	0.02426	
12	Espintana	18	0.18	0.025	5.08	0.102	0.054	0.054	0.02426	
13	Espintana	17	0.17	0.023	5.61	0.100	0.051	0.051	0.02292	
14	Espintana	15.5	0.16	0.019	5.08	0.075	0.046	0.046	0.02089	
15	Espintana	15	0.15	0.018	5.20	0.072	0.045	0.045	0.02022	

16	Huicungo	27	0.27	0.057	2.93	0.132	0.081	0.081	0.0364
17	Huicungo	16.5	0.17	0.021	3.18	0.053	0.049	0.049	0.02224
18	Huicungo	16.13	0.16	0.020	3.18	0.051	0.048	0.048	0.02174
19	Huicungo	19	0.19	0.028	6.63	0.148	0.057	0.057	0.02561
20	Huicungo	27	0.27	0.057	5.21	0.234	0.081	0.081	0.0364
21	Lupuna	15	0.15	0.018	5.36	0.074	0.045	0.045	0.02022
22	Lupuna	22	0.22	0.038	4.68	0.140	0.066	0.066	0.02966
23	Lupuna	14.5	0.15	0.017	4.82	0.063	0.043	0.043	0.01955
24	Lupuna	15.5	0.16	0.019	5.63	0.083	0.046	0.046	0.02089
25	Lupuna	15.5	0.16	0.019	5.63	0.083	0.046	0.046	0.02089
26	Lupuna	58	0.58	0.264	6.88	1.428	0.174	0.174	0.07818
27	Rumicasqui	18.5	0.19	0.027	4.13	0.087	0.055	0.055	0.02494
28	Rumicasqui	20	0.20	0.031	6.66	0.164	0.060	0.060	0.02696
29	Rumicasqui	17	0.17	0.023	3.68	0.066	0.051	0.051	0.02292
30	Sacha plata	28.5	0.29	0.064	5.66	0.284	0.085	0.085	0.03842
31	Sacha plata	25	0.25	0.049	4.81	0.185	0.075	0.075	0.0337
32	Sacha plata	29	0.29	0.066	7.23	0.375	0.087	0.087	0.03909
33	Sacha sapote	41	0.41	0.132	6.82	0.707	0.123	0.123	0.05527
34	Sacha sapote	40	0.40	0.126	6.32	0.624	0.120	0.120	0.05392
35	Sacha sapote	69	0.69	0.374	8.99	2.640	0.207	0.207	0.09301
36	Santa maria	13	0.13	0.013	3.11	0.032	0.039	0.039	0.01752
37	Shapaja	33	0.33	0.086	3.82	0.257	0.099	0.099	0.04448
38	Shapaja	33	0.33	0.086	3.47	0.233	0.099	0.099	0.04448
39	Shapaja	36.5	0.37	0.105	5.99	0.492	0.109	0.109	0.0492
40	Yanavara	13.5	0.14	0.014	3.01	0.034	0.040	0.040	0.0182
41	Yanavara	13.5	0.14	0.014	3.11	0.035	0.040	0.040	0.0182
<b>TOTAL</b>			10.42	85.346	<b>TOTAL</b>		3.123	3.123	1.40518
<b>PROMEDIO</b>			0.25	0.051	<b>PROMEDIO</b>		0.076	0.076	0.03427
1	Capirona	12.00	0.12	0.011	4.56	0.041	0.036	0.036	0.01618
2	Cashapuma	19.00	0.19	0.028	3.00	0.067	0.057	0.057	0.02561
3	Catahua	13.50	0.14	0.014	5.95	0.067	0.040	0.040	0.0182
4	Catahua	14.50	0.15	0.017	5.23	0.068	0.043	0.043	0.01955
5	Catahua	12.00	0.12	0.011	4.01	0.036	0.036	0.036	0.01618
6	catahua	10.00	0.10	0.008	2.61	0.016	0.030	0.030	0.01348
7	Catahua	18.00	0.18	0.025	5.71	0.114	0.054	0.054	0.02426
8	Catahua	20.00	0.20	0.031	14.27	0.352	0.060	0.060	0.02696
9	Catahua	37.00	0.37	0.108	8.10	0.684	0.111	0.111	0.04988
10	Catahua	13.00	0.13	0.013	4.64	0.048	0.039	0.039	0.01752
11	Catahua	16.00	0.16	0.020	4.76	0.075	0.048	0.048	0.02157
12	Catahua	28.00	0.28	0.062	3.55	0.172	0.084	0.084	0.03774
13	Cetico	18.50	0.19	0.027	5.28	0.111	0.055	0.055	0.02494
14	Cetico	14.00	0.14	0.015	6.43	0.078	0.042	0.042	0.01887
15	Cetico	13.00	0.13	0.013	4.90	0.051	0.039	0.039	0.01752

16	Cetico	19.00	0.19	0.028	4.11	0.092	0.057	0.057	0.02561
17	Cetico	16.00	0.16	0.020	4.06	0.064	0.048	0.048	0.02157
18	Cetico	26.00	0.26	0.053	3.83	0.160	0.078	0.078	0.03505
19	Cetico	21.00	0.21	0.035	4.91	0.134	0.063	0.063	0.02831
20	Clavo Huasca	14.00	0.14	0.015	3.17	0.038	0.042	0.042	0.01887
21	Cumala	27.50	0.28	0.059	4.41	0.206	0.082	0.082	0.03707
22	Espintana	24.00	0.24	0.045	4.33	0.154	0.072	0.072	0.03235
23	Leche Caspi	26.00	0.26	0.053	3.70	0.154	0.078	0.078	0.03505
24	Leche Caspi	28.00	0.28	0.062	3.81	0.184	0.084	0.084	0.03774
25	Leche Caspi	15.50	0.16	0.019	3.60	0.053	0.046	0.046	0.02089
26	Lupuna	34.00	0.34	0.091	6.89	0.491	0.102	0.102	0.04583
27	Lupuna	37.00	0.37	0.108	6.29	0.531	0.111	0.111	0.04988
28	Lupuna	28.00	0.28	0.062	4.66	0.225	0.084	0.084	0.03774
29	Moena Blanca	25.00	0.25	0.049	5.95	0.229	0.075	0.075	0.0337
30	Moena Blanca	16.00	0.16	0.020	4.35	0.069	0.048	0.048	0.02157
31	Moena Blanca	27.00	0.27	0.057	5.52	0.248	0.081	0.081	0.0364
32	Ochabaja	23.00	0.23	0.042	4.28	0.140	0.069	0.069	0.031
33	Ochabaja	23.00	0.23	0.042	3.47	0.113	0.069	0.069	0.031
34	Ocuera	35.00	0.35	0.096	6.27	0.474	0.105	0.105	0.04718
35	Ocuera	14.00	0.14	0.015	3.68	0.044	0.042	0.042	0.01887
36	Ocuera	15.00	0.15	0.018	3.54	0.049	0.045	0.045	0.02022
37	Ocuera	12.00	0.12	0.011	4.01	0.036	0.036	0.036	0.01618
38	Perla Caspi	32.00	0.32	0.080	5.57	0.352	0.096	0.096	0.04314
39	Pinsha Caspi	14.00	0.14	0.015	3.89	0.047	0.042	0.042	0.01887
40	Sacha Canela	16.00	0.16	0.020	3.01	0.048	0.048	0.048	0.02157
41	Sacha Canela	20.00	0.20	0.031	4.11	0.101	0.060	0.060	0.02696
42	Sacha Caspi	19.00	0.19	0.028	6.84	0.152	0.057	0.057	0.02561
43	Sacha Chope	10.00	0.10	0.008	3.19	0.020	0.030	0.030	0.01348
44	Sacha Chope	14.50	0.15	0.017	4.15	0.054	0.043	0.043	0.01955
45	Sacha Chope	15.00	0.15	0.018	4.70	0.065	0.045	0.045	0.02022
46	Sacha Pandisho	23.00	0.23	0.042	4.20	0.137	0.069	0.069	0.031
47	Sacha Pandisho	20.50	0.21	0.033	5.01	0.130	0.061	0.061	0.02763
48	Sacha Pandisho	12.00	0.12	0.011	4.86	0.043	0.036	0.036	0.01618
49	Sacha Pandisho	32.00	0.32	0.080	7.12	0.450	0.096	0.096	0.04314
50	Sacha Plata	14.00	0.14	0.015	6.89	0.083	0.042	0.042	0.01887
51	Sacha Plata	23.00	0.23	0.042	4.72	0.154	0.069	0.069	0.031
52	Sacha Plata	24.00	0.24	0.045	5.97	0.212	0.072	0.072	0.03235
53	Sacha Quina	48.00	0.48	0.181	6.39	0.908	0.144	0.144	0.0647
54	Sacha Zapote	23.00	0.23	0.042	6.53	0.213	0.069	0.069	0.031
55	Sacha Zapote	28.00	0.28	0.062	6.30	0.305	0.084	0.084	0.03774
56	Sacha Zapote	13.50	0.14	0.014	4.75	0.053	0.040	0.040	0.0182

57	Shapaja	45.00	0.45	0.159	2.43	0.304	0.135	0.135	0.06066	
58	Shapaja	13.50	0.14	0.014	2.36	0.027	0.040	0.040	0.0182	
59	Shapaja	40.00	0.40	0.126	2.72	0.268	0.120	0.120	0.05392	
60	Shapaja	13.00	0.13	0.013	6.22	0.065	0.039	0.039	0.01752	
61	Shapaja	37.00	0.37	0.108	3.80	0.321	0.111	0.111	0.04988	
62	Shapaja	28.00	0.28	0.062	5.12	0.248	0.084	0.084	0.03774	
63	Shapana Amarilla	44.00	0.44	0.152	12.50	1.493	0.132	0.132	0.05931	
64	Shapana Amarilla	27.00	0.27	0.057	4.24	0.191	0.081	0.081	0.0364	
65	Shapana Blanca	50.50	0.51	0.200	11.17	1.757	0.151	0.151	0.06807	
66	Shapana Blanca	24.80	0.25	0.048	4.87	0.185	0.074	0.074	0.03343	
67	Shimbillo	12.00	0.12	0.011	3.10	0.028	0.036	0.036	0.01618	
68	Tangarana	17.00	0.17	0.023	6.29	0.112	0.051	0.051	0.02292	
69	Ubilla	13.00	0.13	0.013	4.18	0.044	0.039	0.039	0.01752	
70	Ucho Mullaca	21.00	0.21	0.035	5.63	0.153	0.063	0.063	0.02831	
71	Umari	23.00	0.23	0.042	4.68	0.153	0.069	0.069	0.031	
72	Wicungo	25.00	0.25	0.049	5.75	0.222	0.075	0.075	0.0337	
73	Yaja Blanca	76.50	0.77	0.460	6.61	2.386	0.229	0.229	0.10312	
74	Yana Caspi	37.00	0.37	0.108	3.69	0.312	0.111	0.111	0.04988	
TOTAL			17.13	230.5	TOTAL			5.1322	5.1322	2.3095
PROMEDIO			0.232	0.042	PROMEDIO			0.0694	0.0694	0.03121



**Anexo 04: Datos estadísticos ANVA**

PARCELAS	DAP	CARBONO
P1	0.22	0.029598
P2	0.26119	0.035208
P3	0.25	0.034273
P4	0.231527	0.031209

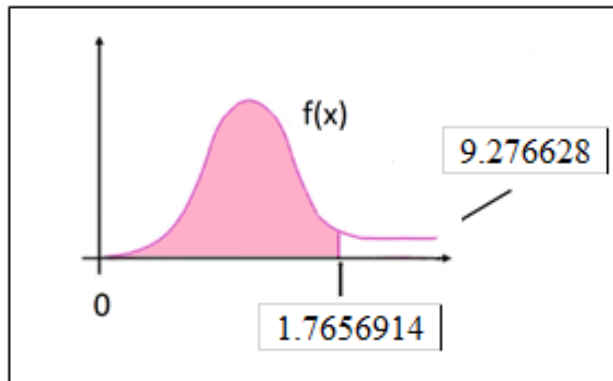
**Análisis de varianza de dos factores con una sola muestra por grupo**

RESUMEN	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
P1	2	0.249598	0.124799	0.018126461
P2	2	0.296398	0.148199	0.025533932
P3	2	0.284273	0.1421365	0.023269069
P4	2	0.262736	0.131368	0.020063651
DAP	4	0.962717	0.24067925	0.000339654
CARBONO	4	0.130288	0.032572	6.84811E-06

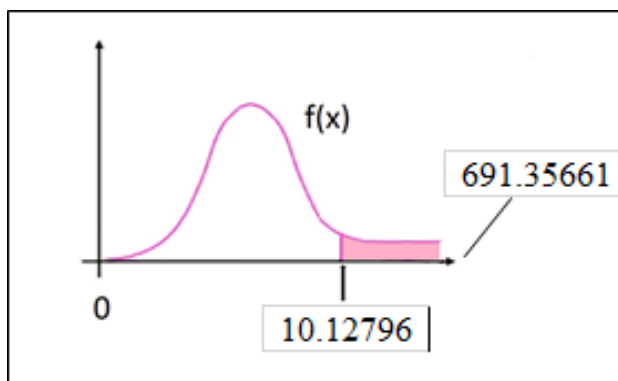
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Filas	0.000663649	3	0.000221216	1.7656914	0.326028	9.276628
Columnas	0.086617255	1	0.08661725	691.35661	0.000121	10.12796
Error	0.000375858	3	0.000125286			
Total	0.087656762	7				

Se rechaza  $H_0$ :

$H_0$ :



$H_i$ :



Se acepta  **$H_i$**  porque el potencial de captura de carbono del bosque del sector Lago Avispa es significativo como sumidero de carbono.